



**Eduardo José  
Seiça Jesus**

## **MELHORIA NA LOGÍSTICA DA ROCA TORNEIRAS**





**Eduardo José  
Seiça Jesus**

## **MELHORIA NA LOGÍSTICA DA ROCA TORNEIRAS**

Relatório de projeto apresentado à Universidade de Aveiro para cumprimento dos requisitos necessários à obtenção do grau de Mestre em Engenharia e Gestão Industrial, realizada sob a orientação científica do Doutor José Vasconcelos, Professor Associado do Departamento de Economia, Gestão e Engenharia Industrial da Universidade de Aveiro



**o júri**

presidente

Prof. Doutora Ana Maria Pinto de Moura  
professora auxiliar, Universidade de Aveiro

vogais

Prof. Doutora Maria Henriqueta Dourado Eusébio Sampaio da Nóvoa  
professora auxiliar, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto

Prof. Doutor José António de Vasconcelos Ferreira  
professor associado, Universidade de Aveiro



Dedico este trabalho à minha mãe, pelo esforço e apoio que me deu durante estes anos na academia.





**agradecimentos**

Ao Professor Doutor José Vasconcelos, orientador deste projeto, pelo seu acompanhamento e incentivo ao longo deste trabalho e à Professora Doutora Ana Luísa Ramos pelo apoio prestado.

Ao Eng.º Luís Martins e ao Eng.º Hugo Correia pela orientação e transmissão de conhecimentos durante o meu estágio.

A todos os elementos da Roca Torneiras SA e da Roca SA que de alguma forma me ajudaram ao longo de todo o período do estágio

A minha mãe, namorada e amigos, pelo apoio e por estarem sempre presentes.



**palavras-chave**

*Lean, pull system, VSM, logística, outsourcing, CAD, casa da qualidade, simulação de eventos discretos*

**resumo**

A mudança de paradigmas na Roca Torneiras tornou imperativo o estudo da logística interna da organização para um aumento da produtividade. Recorreu-se a um mapeamento de fluxo de valor, que tem provado a sua eficiência no apoio à identificação e eliminação de desperdícios, permitindo a sua análise realizar propostas de melhoria que se encontram neste documento explicadas ou testadas, sendo que para a última se recorreu à simulação em computador. Algumas medidas já foram implementadas e, quando se cumprir o plano, espera-se um aumento da eficiência e da agilidade na logística interna.



**keywords**

Lean, pull system, VSM, logistics, outsourcing, CAD, quality function deployment, discrete event simulation

**abstract**

Roca Torneiras was faced with a new paradigm and that forced to study their internal logistics. For that it was use a value stream mapping that it's prove to increase organization efficiency and helps to identify and eliminate the waste. With the outcome of this tool it was possible to present some improvement measures that are explained or tested, the last one using computer simulation. Some measures are already implemented and when all the plan it is concluded, Roca can expect the increase of efficiency and agility of internal logistics.



## Índice de Conteúdos

CAPITULO 1 – INTRODUÇÃO .....	1
1.1 Contextualização do trabalho .....	1
1.2 Relevancia do desafio .....	1
1.3 Estrutura do projeto .....	2
CAPITULO 2 – ENQUADRAMENTO TEÓRICO .....	3
2.1 Introdução .....	3
2.2 Logística Industrial .....	3
2.2.1 Atividade Logística .....	3
2.2.2 <i>Outsourcing</i> .....	4
2.2.3 Cadeia de Abastecimento .....	4
2.3 Abordagem <i>Lean</i> .....	5
2.3.1 O TPS e o JIT.....	5
2.3.2 Princípios do pensamento <i>Lean</i> .....	6
2.3.3 Ferramentas <i>Lean</i> .....	8
2.4 Simulação por computador.....	13
2.5 CAD – <i>Computer Aid Design</i> .....	14
CAPITULO 3 – MELHORIA NA LOGÍSTICA DA ROCA TORNEIRAS.....	17
3.1 Apresentação da empresa.....	17
3.1.1 O grupo Roca.....	17
3.1.2 A Roca Torneiras S.A. ....	17
3.1.3 Processo produtivo na Roca Torneiras.....	19
3.2 O Projeto .....	23
3.2.1 Oportunidade de melhoria .....	23
3.2.2 Objetivos e metodologia de trabalho.....	25
CAPITULO 4 – RESULTADOS .....	27
4.1 Seleção do modelo de estudo.....	27
4.2 Estudo da cadeia de valor .....	27
4.2.1 Cálculo de <i>Takt time</i> e intervalo de cedência .....	28
4.2.2 Construção do VSM atual.....	28
4.2.2.1 Dados base .....	28
4.2.2.2 Elaboração do mapa.....	32
4.3 Análise dos processos problemáticos .....	35
4.3.1 Setor de Limado e Polido .....	35

4.3.1.1 Levantamento da situação .....	35
4.3.1.2 Medidas propostas .....	39
4.3.2 Transporte Intersectorial .....	44
4.3.2.1 Levantamento do percurso do <i>Mizusumashi</i> .....	45
4.3.2.2 Seleção do <i>Mizusumashi</i> .....	46
4.3.2.3 Simulação do funcionamento do <i>Mizusumashi</i> .....	49
4.3.2.4 Detalhe de investimento do <i>Mizusumashi</i> .....	53
4.4 FAP – Ferramenta de Apoio ao Planeamento .....	54
CAPITULO 5 – CONCLUSÃO .....	59
5.1 Reflexão do trabalho realizado .....	59
5.2 Propostas futuras .....	59
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	61
ANEXOS	
A – VSM no quadro	
B – VSM em Visio®	
C – Informação técnica do reboque EZS 130	
D – Desenvolvimento de detalhe do vagão	
E – Detalhe da FAP	



## Índice de Figuras

Figura 1 - Atividades logísticas (Alfaconsulting.com) Adaptado .....	4
Figura 2 - Baseado no CSCMP (2007) - Relação da Logística com a cadeia de abastecimento (Adaptado) .....	5
Figura 3 – Exemplo do livro: VSM: How to visualize work & align leadership for organizational transformation (Adaptado) .....	9
Figura 4 - Hauser et Al. (Adaptado) .....	10
Figura 5 - Empilhador VS Mizusumashi (Manual KMS, Instituto Kaizen) .....	12
Figura 6- Tipos de modelação .....	15
Figura 7 - Fabrica de Roca Torneiras vista de satélite (Google Maps <sup>TM</sup> , 2014) .....	18
Figura 8- Roca Torneiras visto da rua (Google Maps <sup>TM</sup> Street View, 2014) .....	18
Figura 9 - Organigrama da RT (MANC) .....	19
Figura 10 - Layout da RT (Apontamentos de estagio) .....	20
Figura 11 - Fluxograma produtivo (Apontamentos de estagio) .....	20
Figura 12 - Mapa de Portugal Continental (Wikipedia.com) .....	21
Figura 13 - VSM Situação atual RT .....	33
Figura 14 - VSM Situação atual RT .....	34
Figura 15 - Análise Pareto dos LE .....	36
Figura 16 - Resultados do Brainstorming, usando Post It .....	37
Figura 17 - Diagrama de Peixe .....	37
Figura 18 – Layout Produtivo para peça 69000802 no LE02 .....	38
Figura 19 – LE02 Piso 0 à esquerda; LE01 à direita; Fotos de Abril 2014 .....	38
Figura 20 - Futuro espaço LE02 em Setembro 2014 .....	39
Figura 21 - Futuro Layout LE02 .....	40
Figura 22 – LE01 em Setembro 2014 .....	41
Figura 23 - Quadro RILEx .....	42
Figura 24 - Avaliação dos Limadores .....	42
Figura 25 - Quadro do SALP .....	44
Figura 26 – Percorso atual realizado pelo Empilhador (Vermelho, Azul, Castanho e Verde) .....	45
Figura 27 - Trajeto proposto para o Mizusumashi .....	46
Figura 28 - Reboque proposto: EZS 130 da Jungheinrich .....	46
Figura 29 - Casa da Qualidade para o vagão do Mizusumashi .....	47
Figura 31 - Renderização do modelo de vagão proposto .....	48
Figura 32 - Vagão com 3 caixas .....	48

Figura 33 – Fluxograma que representa a logica do modelo a realizar .....	49
Figura 34 - Animação do modelo da situação atual .....	50
Figura 35 - Animação 2D em Arena do cenário 1 .....	51
Figura 36 - Animação 2D em Arena do cenário 2 .....	52
Figura 37 - Fluxograma da FAP .....	54
Figura 38 - Output da FAP para a Linha 5 da Montagem .....	55
Figura 39 - Quadro Geral dos Limadores .....	55
Figura 40 - Output da FAP para a Linha 5 da Fundição.....	56
Figura 41 - Quadro Geral FAP .....	56
Figura 42 – VSM quadro: Fundição .....	A1
Figura 43 – VSM quadro: Limado e Polido .....	A1
Figura 44 - VSM quadro: Cromagem .....	A2
Figura 45 - VSM quadro: Montagem.....	A2
Figura 46 - VSM Fundição .....	B1
Figura 47 - VSM LP Interno.....	B1
Figura 48 - VSM LE02 .....	B2
Figura 49 - VSM LE03 .....	B2
Figura 50 - Inspeção LP .....	B3
Figura 51 - VSM Cromagem Parte 1.....	B3
Figura 52 - VSM Cromagem Parte 2.....	B3
Figura 53 - VSM Montagem .....	B4
Figura 54 - Lead Time via LP I/LE02/LE03.....	B4
Figura 55 - Informação técnica do reboque EZS 130.....	C1
Figura 56 - Detalhe do FAP.....	E1

## Índice de Tabelas

Tabela 1 - Relação das referências com os setores de processamento .....	27
Tabela 2 - Tempos da Fundição .....	29
Tabela 3 - Tempos de LP Interno .....	29
Tabela 4 - Tempos no LE02.....	30
Tabela 5 – Tempos no LE03.....	30
Tabela 6 - Tempos da Cromagem .....	32
Tabela 7 - Tempos da Montagem .....	32
Tabela 8 - Base de comparação de relações de trabalho por tipo de peça .....	43
Tabela 9 - MRP de LE01 para um mês .....	43
Tabela 10 - Tempos do setor de LP Interno .....	49
Tabela 11 - Cadência das 5 linhas de Fundição .....	49
Tabela 12 – Matriz de distancias entre os 8 nós em metros.....	50
Tabela 13 - Cálculo da distância percorrida na situação real .....	51
Tabela 14 - Peças entregues em armazém.....	52
Tabela 16 - Distâncias percorridas em metros .....	52
Tabela 17 - Detalhe do investimento .....	53
Tabela 18 - Desenvolvimento de detalhe do vagão .....	D1



## Lista de acrónimos

2D – Duas Dimensões

3D – Três Dimensões

3PL – *Third Party Logistics*

AGV – *Automated Guided Vehicle*

BOM – *Bill of Materials*

CAD – *Computer Aid Design*

CSCMP – *Council of Supply Chain Management Professionals*

DES – *Discrete Event Simulation*

DMAIC – *Define-Measure-Analyze-Improve-Control*

DPL - Departamento de Planeamento e Logística

FAP – Ferramenta Apoio ao Planeamento

FIFO – *First In First Out*

ISO – *International Organization for Standardization*

JIT – *Just-in-time*

KPI – *Key Performance Indicator*

LE – Limadores Externos

LP – Limado e Polido

MPS – *Master Production Schedule*

MRP – *Material Requirement Planning*

OHSAS – *Occupational Health and Safety Assessment Services*

PDCA – *Plan-Do-Check-Act*

PDSA – *Plan-Do-Study-Adjust*

PPS – *Periodic Pull System*

QFD – *Quality Function Deployment*

RILEx – Rejeição Interna Limadores Externos

RT – Roca Torneiras

SALP – Simulador de Apoio Limado Polido

SMED – *Single Minute Exchange of Die*

TPS – *Toyota Production System*

VSM – *Value Stream Mapping*

WIP – *Work In Progress*



## CAPITULO 1 – Introdução

Atualmente, a indústria enfrenta uma forte concorrência, levando a uma maior exigência por parte do cliente que procura obter uma melhor qualidade a um menor custo. Isto leva a que as organizações procurem reduzir custos. A área da Logística tem um grande impacto nos custos que podem ser reduzidos com a aplicação de medidas *Lean*, um conceito que tem provado tornar as organizações mais competitivas.

### 1.1 CONTEXTUALIZAÇÃO DO TRABALHO

No âmbito do Mestrado em Engenharia e Gestão Industrial na Universidade de Aveiro surgiu a oportunidade de um estágio curricular na Roca Torneiras SA, localizada na zona industrial de Cantanhede.

O trabalho desenvolvido foi inserido no departamento de Planeamento e Logística. Centra--se na melhoria da logística interna da empresa, procurando reduzir o desperdício e caminhando numa rota de melhoria contínua, tendo como base conhecimento em *Lean*, Logística e Simulação.

O intuito principal da realização deste projeto consistiu na realização de um diagnóstico, para sensibilização da administração dos problemas existentes na Gestão Industrial, de modo a que, no futuro, sejam tomadas as melhores decisões.

Ao mesmo tempo, apresentam-se algumas propostas de melhoria. Ao longo dos onze meses de estágio, (setembro de 2013 a julho de 2014) algumas puderam ser implementadas.

### 1.2 RELEVANCIA DO DESAFIO

A empresa trabalha na sua generalidade para satisfazer as necessidades de vendas do grupo Roca. O recente aumento significativo do número de modelos a produzir desafia a fábrica a quebrar dogmas e tentar caminhos nunca antes percorridos. Dada a exigência de mais variedade e uma menor quantidade, a unidade encontra-se a sofrer uma tendência global que força as empresas a tomar medidas para se manterem competitivas. A empresa, neste momento, possui os responsáveis dos setores a melhorar continuamente os mesmos, contudo esse trabalho não é suficiente. A empresa necessita de um trabalho transversal a toda organização, independente de cada setor, de modo a

dar uma imagem de confiança e é nesse contexto que se insere este projeto, para tornar a empresa mais competitiva e reduzindo o seu desperdício.

A área de Engenharia e Gestão Industrial é a mais qualificada para este trabalho, dada a transversalidade do curso, que pode transmitir uma visão profunda e detalhada da instituição, imprescindíveis na melhoria contínua da mesma.

### **1.3 ESTRUTURA DO PROJETO**

O presente relatório encontra-se dividido em mais 4 capítulos. O segundo capítulo apresenta uma revisão bibliográfica acerca dos conceitos usados no projeto. O terceiro apresenta a empresa onde decorreu o projeto tabelado e estabelece os objetivos do projeto a desenvolver. O quarto capítulo apresenta os resultados oriundos do projeto. Por fim, no quinto, são apresentadas as conclusões e sugestões de melhoria para o futuro.



## CAPITULO 2 – Enquadramento teórico

### 2.1 INTRODUÇÃO

Neste capítulo consta a informação necessária para uma melhor compreensão do trabalho realizado, tendo-se recorrido a bases de dados como Scopus, Repositório Institucional de Aveiro e UniSearch da Universidade de *Linköping*.

Para além das ferramentas normalmente associadas ao tema deste documento e apresentadas nas seções seguintes, utilizou-se ainda o Princípio de Pareto e a técnica de *Brainstorming*.

- Princípio de Pareto

O Princípio de Pareto foi desenvolvido por Vilfredo Pareto, por volta de 1895. Este princípio propõe que 80% das consequências resultam de 20% das causas, sendo estas que mais importa analisar. Este princípio foi mais tarde popularizado como Análise de Pareto (Juran, 1975), sendo hoje mais reconhecida pela regra 80/20 (Koch, 1998).

- *Brainstorming*

Um *Brainstorming* ou uma tempestade de ideias é, normalmente, realizada para gerar o máximo de ideias possível. Esta ferramenta ajuda a aumentar a criatividade nas organizações e melhora a qualidade das reuniões, aumentando, assim a produtividade e mantendo a concentração nos objetivos (Osborn, 1963).

### 2.2 LOGÍSTICA INDUSTRIAL

#### 2.2.1 ATIVIDADE LOGÍSTICA

As atividades logísticas são normalmente associadas à movimentação de objetos físicos de um ponto para o outro e o seu armazenamento. Ao longo do tempo o Homem sempre teve desafios logísticos, tais como os que se encontram associados à alimentação e a guerra.

Rhonda (2001) definiu Logística como a gestão dos canais de pré-produção, produção e pós-produção, conhecidos como a Logística de Abastecimento, Logística Interna e Logística de Distribuição. Na Figura 1 demonstra-se como estas atividades interagem.

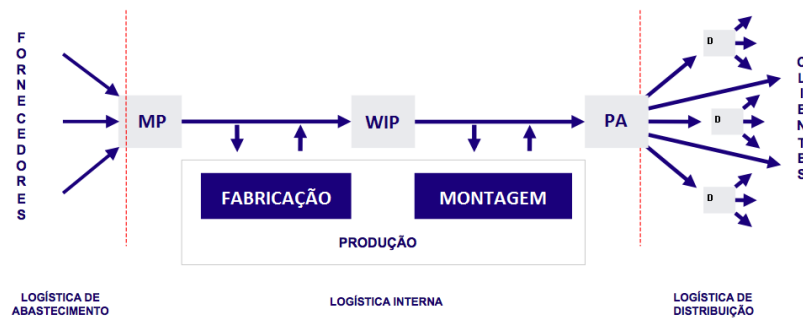


Figura 1 - Atividades logísticas (Alfaconsulting.com) Adaptado

Estes canais visam garantir o material necessário à produção, ajustar a produção conforme as necessidades e distribuir o produto acabado junto dos clientes.

Os principais domínios da Logística consistem na gestão de transportes, localização do armazenamento, manuseamento de material, gestão de inventário, gestão de pedidos, procura de fornecedores e serviço ao cliente (Mentzer, 2008).

### 2.2.2 OUTSOURCING

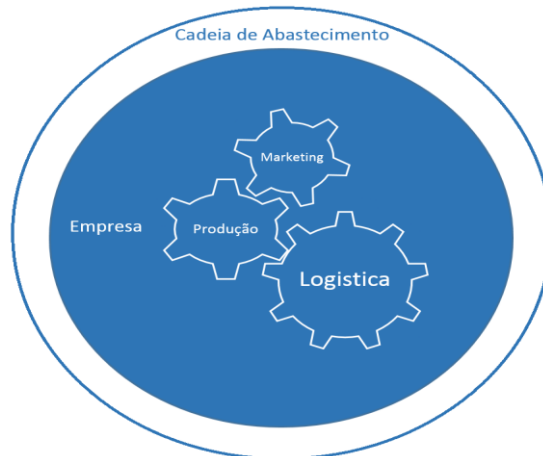
As empresas atualmente realizam dentro de portas apenas os seus processos-chave, recorrendo a recursos externos, especialistas na área, para as restantes atividades como transporte e armazenamento (serviços logísticos) ou para processamento especializado, através da prestação de serviços na produção. Atualmente 30% das organizações estão envolvidas em algum tipo de contrato *outsourcing* (Bulkholder, 2006).

Numa visão genérica, estes serviços podem consistir numa combinação de competências de gestão, empregados, tecnologias, sistemas, procedimentos, materiais, equipamento ou instalações (Allen, 2000).

### 2.2.3 CADEIA DE ABASTECIMENTO

Na década de 80, percebeu-se que era necessário um conceito mais abrangente que integrasse e coordenasse a rede de fornecedores, produtores, armazéns, distribuidores e retalhistas, através da qual peças e matérias-primas são adquiridas, processadas e entregues ao cliente final. A gestão da cadeia de abastecimento inclui planeamento, *procurement*, compras, decisões, elaboração de produtos, armazenamento, controlo das peças com defeito e das que foram devolvidas com defeito (Davison, 2008). Na figura 2,

pode-se observar como a Logística, entre outras áreas, se relaciona na cadeia de abastecimento duma empresa:



*Figura 2 - Baseado no CSCMP (2007) - Relação da Logística com a cadeia de abastecimento (Adaptado)*

Hillman (2006) identificou alguns benefícios desta abordagem:

- Gerir e reduzir custos
- Reduzir os custos internos gerais
- Melhorar a eficiência do produtor
- Melhorar a relação com os fornecedores
- Melhorar o serviço ao cliente

Na Cadeia de Abastecimento, a Logística enquadra-se na área do planeamento, controlando não só a produção, como também a gestão do armazenamento. (CSCMP, 2007)

## **2.3 ABORDAGEM LEAN**

### **2.3.1 O TPS E O JIT**

O *Just-In-Time* é uma abordagem de resolução de problemas nas organizações, que surgiu do amadurecimento do *Toyota Production System*. O conceito de JIT procura idealmente que uma organização tenha *stock* nulo (Azadeh et al.,2010). Para isso é necessário que a organização tenha tempos de *setup* reduzidos assim como um bom relacionamento com fornecedores.

De acordo com Pinto (2008) existe um conjunto de elementos fundamentais para alcançar o JIT:

- Processos no tempo certo – requerem um fluxo contínuo de informação.
- *Jidoka* – conhecido como automação, cria condições para a perfeição dos processos, conseguindo um colaborador polivalente e a redução de inventário ou do *Work In Progress* (WIP)
- Heijunka – a programação nivelada e estável cria condições para um fluxo contínuo de fabrico, redução de inventário e maior consistência dos processos.
- Processos uniformizados – tornam os processos mais estáveis e previsíveis.
- Melhoria contínua – um compromisso no sentido de melhoria de desempenho na organização.
- Estabilidade – é o fundamental para alcançar os objetivos propostos.

### 2.3.2 PRINCÍPIOS DO PENSAMENTO *LEAN*

O pensamento *Lean* consiste num conjunto de princípios que visam simplificar o modo como a empresa gera valor para o seu cliente (Womack, 1996):

- Valor – definido pela perspetiva do cliente final em relação a um produto, por um preço específico numa altura específica.
- Fluxo de valor – identifica o fluxo de valor por cada produto e por família de produto, estudando os processos envolvidos e analisando os que geram valor e os que são desperdício.
- Fluxo contínuo – garantir um fluxo contínuo de material, de modo a garantir um tempo de entrega mais curto possível. Os autores repararam que é mais eficiente proceder ao *kaikaku*, que significa uma mudança radical, para implementar um fluxo contínuo do que esperar por uma evolução gradual.
- Sistema *Pull* – permitir que o cliente final definia as quantidades a produzir, o que permite eliminar desperdícios de inventários e produtos que não são do interesse de ninguém.
- Atingir perfeição – trabalhando sempre em melhoria contínua, é possível um constante aperfeiçoamento, conforme os problemas vão sendo expostos e solucionando-os num processo contínuo de melhoramento.

Estes princípios pretendem reduzir ou eliminar os desperdícios. O desperdício pode representar até 95% do tempo total duma organização. No entanto, é normal que as

empresas estejam focadas em orientar esforços em aumentar a produtividade dos 5% que geram valor, esquecendo o restante potencial. (Pinto, 2008)

Todo o resto, ou seja, as atividades que não acrescentam valor, são consideradas como fonte de desperdício e, para o reduzir ou o eliminar, é importante conhecer a sua natureza:

- Puro desperdício
- Desperdício necessário

O desperdício necessário consiste nas atividades auxiliares ao bom funcionamento da empresa, enquanto o puro desperdício são atividades que não são necessárias e que não agregam algum tipo de valor.

Como puro desperdício, Taiichi Ohno identificou os sete tipos que normalmente se verificam nas organizações:

- Excesso de produção – produzir excessivamente ou cedo demais resulta em fluxos irregulares de materiais ou em excesso de *stock*
- Tempos de espera – longos períodos de paragem de pessoas, equipamentos, matérias, peças e informação, resultando num fluxo irregular, bem como em longos *lead times*
- Transportes – deslocações excessivas de pessoas, materiais e informação
- Processos inadequados – consistem na utilização incorreta de equipamento e ferramentas ou aplicação de recursos e processos inadequados às funções
- Excesso de inventário ou de WIP – demasiado tempo em locais de armazenamento, falta de informação ou produtos, resultando em custos excessivos e baixo desempenho
- Movimentação desnecessária - desorganização dos locais de trabalho, originando o mau desempenho, como a despreocupação por aspetos ergonómicos ou pouca atenção relativamente às questões associadas ao estudo do trabalho
- Defeito – defeitos, *scrap* ou *rework*, são assim classificadas as peças que não cumprem com os requisitos de conformidade da qualidade

Existe um oitavo desperdício identificado: o não aproveitamento do potencial humano. As empresas não valorizam o capital humano na tomada de decisões ou em ações de melhoramento pelas mais diversas razões, criando um ambiente propício à desmotivação.

### 2.3.3 FERRAMENTAS LEAN

Uma produção *Lean* requer o uso de algumas ferramentas para as organizações alcançarem os seus objetivos, sendo estes baseados na melhoria contínua. Jirémez (2012) destaca as seguintes ferramentas:

#### Ferramentas de diagnóstico

- **Diagrama Ishikawa**

O diagrama Ishikawa ou diagrama Espinha de Peixe é uma ferramenta gráfica poderosa que é usada para identificar as possíveis causas para um dado problema, permitindo explorar as diversas causas para um efeito. Devido a este facto, esta ferramenta é conhecida pelo diagrama Causa e Efeito, tendo sido considerada uma das ferramentas básicas de controlo de qualidade. (Tague, 2004).

Num ambiente complexo torna-se complicado distinguir as causas, podendo assim estas ser classificadas, segundo a metodologia 6M, em Método / Máquina / Monitorização / Meio Ambiente / Mão-de-obra / Material. Para as clarificar, pode-se aplicar a regra dos cinco porquês, que perante uma situação, permite alcançar a raiz do problema.

De acordo com a literatura, para elaborar um diagrama de Espinha de Peixe é necessário:

- Clarificar o problema principal – Nesta fase, devem-se identificar todos os elementos interessados, para terem a oportunidade de discutir e clarificar os problemas.
- Identificar dimensões específicas e desenvolver o diagrama – Nesta fase é importante agrupar todas as causas discutidas em categorias, para mais tarde as usar no diagrama.
- Envolver todos os interessados na análise – Os interessados ou *stakeholders*, são todos os elementos que possuem algum interesse nas organizações ou expectativas, sendo que a sua análise é indispensável na realização do diagrama.
- Definir objetivos de análise – Nesta fase procura-se desenvolver um diagrama de Ishikawa inverso, para que fiquem claras as etapas a realizar para a resolução dos problemas.

- **Value Stream Mapping**

A ferramenta permite estabelecer uma direção estratégica para realizar uma melhoria, dado fornecer uma perspetiva macro, onde se definem a estratégia e os objetivos a seguir. Fornece igualmente uma perspetiva micro, com as etapas e as táticas necessárias para o melhoramento definido anteriormente.

O mapa de cadeia de valor incorpora informação relevante à produção, ajudando a tornar visível os fluxos existentes, bem como as fontes de desperdício, levando a indicar o ponto de situação geral no ambiente em estudo e a perceber como o sistema entrega valor ao cliente. Como se pode verificar na Figura 3, o mapa é composto por três componentes.

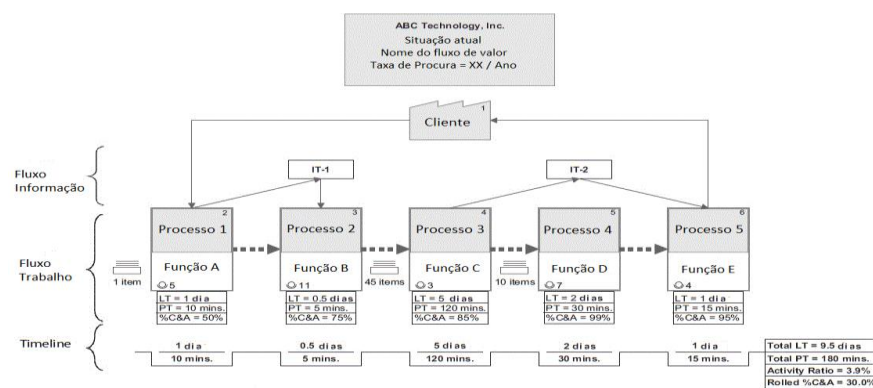


Figura 3 – Exemplo do livro: VSM: How to visualize work & align leadership for organizational transformation

(Adaptado)

- Fluxo de informação - consta o fluxo manual ou eletrónico de informação entre intervenientes
- Fluxo de trabalho – consta as etapas necessárias para gerar o valor pretendido ao cliente
- *Timeline* – permite ver na linha temporal, qual o tempo necessário para elaborar um dado processo e o tempo existente entre processos, de modo a contabilizar desde o momento zero ou inicial até ao fim do âmbito a ser estudado.

Este tipo de mapa é extremamente intuitivo e requer uma constante consulta e atualização. A literatura recomenda que se coloque o mapa em locais estratégicos para permitir discussões rápidas acerca da performance atual e como se encontra a correr o melhoramento estipulado. A longo prazo espera-se conseguir desta ferramenta:

- Ligação ao consumidor - Este tipo de mapa fornece uma linha clara como processo interno se envolve para gerar valor ao cliente externo.

- Pensamento Holístico - Potencia que cada parte da organização se envolva de modo a alcançar um objetivo singular e gerar mais valor aos clientes.
- Ferramenta simplificadora - O crescimento dos negócios torna as organizações mais complexas, fazendo que o mapa seja fulcral na gestão empresarial.
- Melhoria continua – O mapa torna-se um passo importante no uso dos ciclos PDSA, PDCA ou DMAIC.

### Ferramentas de melhoria continua

- **5S**

Procura melhorar a área de trabalho, facilitando o fluxo de materiais e de pessoas e assim reduzir os erros e as perdas de tempo. Esta abordagem é composta por cinco fases: Separação, Organização, Limpeza, Padronização e Autodisciplina.

- ***Quality Function Deployment***

Conhecida como “Casa da Qualidade”, esta ferramenta procura desenvolver um produto que vá ao encontro da satisfação das necessidades do cliente, expondo os problemas e evidenciando as prioridades para o público-alvo, seguindo um exemplo na Figura 4:

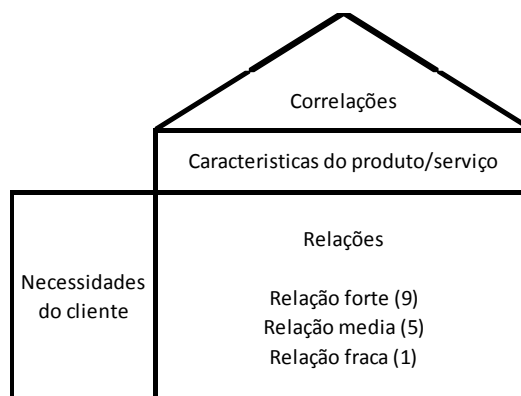


Figura 4 - Hauser et Al. (Adaptado)

Esta ferramenta ajuda a responder:

- Quais as necessidades dos clientes?
- As preferências no produto têm a mesma importância?
- É possível ser melhor que a concorrência?
- É possível alterar o produto?



- Como as alterações podem ter impacto nas características?
- Como se influencia a percepção de qualidade por parte do cliente?

### Ferramentas de melhoria de fluxo

- **Takt time**

O *takt time* define a cadência a que a produção deverá funcionar, tendo em conta o tempo disponível para trabalhar e as necessidades dos clientes.

$$Takt\ Time = \frac{Tempo\ disponivel}{Procura}$$

- **Kanban**

Sistema de reposicionamento do material baseado em cartões, que contêm informação com os comandos necessários para executar e enviar o pedido na hora certa. Para além do cartão, pode-se recorrer a um *e-kanban* (sistema eletrónico), conseguindo equilibrar a quantidade de peças existentes na produção. O uso desta ferramenta tem como vantagens:

- Simplicidade
- Fornecimento exato e rápido de informação
- Baixo custo
- Evita sobreprodução
- Potencia o controlo
- Encurta o lead time
- Sincroniza a produção

O *kanban* eletrónico ainda permite que os utilizadores calculem quando é que se espera realizar as operações. Um sistema PPS compara-se com um *e-kanban*. Este sistema de gestão computadorizada de material requer uma atualização periódica do inventário. O período em causa deve ser pequeno, pois só assim se consegue ter uma imagem precisa da situação existente ao longo do tempo.

Adicionalmente, esta ferramenta permite aglomerar as peças por famílias, o que conduz a uma melhor gestão de recursos.

- **SMED**

Ferramenta que reduz o tempo de configuração na mudança de modelos nas linhas de produção. SMED significa *Single Minute Exchange of Die* e assenta na ideia que a

mudança das ferramentas e a devida calibração deve ser inferior a 10 minutos. Esta ferramenta é fulcral na redução dos lotes e tempos de paragem.

- **Mizusumashi**

Conhecido como o comboio logístico, é constituído por um reboque elétrico e por vagões especialmente desenhados à medida, conduzido por um colaborador por rotas padronizadas, para transportar o material necessário, quando é necessário e na quantidade necessária.

O *Mizusumashi*, para além de transportar material dos supermercados para os diversos postos de trabalho e vice-versa, é igualmente responsável pela circulação da informação necessária. As vantagens entre o empilhador e o *Mizusumashi* são notórias, como se pode entender pela Figura 5.

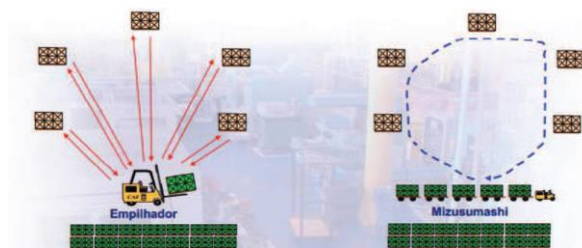


Figura 5 - Empilhador VS Mizusumashi (Manual KMS, Instituto Kaizen)

O empilhador acaba por ser o menos eficiente, dado que tem que atender a todas as chamadas, sem uma ordem específica, prejudicando a gestão do planeamento e levando-o a percorrer uma maior distancia. Já o *Mizusumashi* segue um caminho padronizado, devidamente estudado, de modo a satisfazer todas as estações necessárias, o mais rápido possível.

Para que o *Mizusumashi* funcione como pretendido, existem algumas regras a serem respeitadas (Rodrigues, 2011):

- Definir a operação e uma rota padrão
- Definir quantidade de peças e intervalo de abastecimento
- Garantir o FIFO
- Utilizar prateleiras no lugar definido de entrada e saída
- Devem existir sempre pelo menos duas caixas com material para o operador de linha
- Qualquer outra atividade que não seja estritamente contemplada na operação, não deve ser executada pelo condutor

## 2.4 SIMULAÇÃO POR COMPUTADOR

Normalmente, procura-se na indústria o desenvolvimento de estudos de otimização dos processos, nas mais diversas áreas, como na Logística. Contudo, a elevada complexidade dos problemas, torna impossível obter soluções analíticas. Esta impossibilidade leva à escolha de um caminho alternativo. A Simulação de Eventos Discretos tem sido usada como ferramenta de análise de sistemas logísticos, dado permitir a comparação de resultados de acontecimentos discretos entre os cenários propostos pelo modelador do problema (Chang, 2001). Contudo, nada garante o cenário ótimo, podendo apenas concluir-se qual o melhor cenário entre os propostos (Law, 2006).

De acordo com McGrath (1982), na elaboração dum estudo, a simulação permite o realismo dos resultados, pela possibilidade de manipular varias variáveis e assemelhar o funcionamento do modelo com a realidade. O controlo do número de vezes que se repete o acontecimento discreto ao longo de tempo, permite resultados com uma elevada precisão. Contudo, como esta ferramenta compara cenários, não permite uma generalização baseada nos resultados obtidos.

Para desenvolver um modelo de simulação de processos é necessário o cumprimento das seguintes etapas de acordo com Law (2006), Banks (1998) e Bienstock (1994):

- Formular o problema – O objetivo desta etapa consiste em definir os objetivos gerais, envolvendo todas as partes interessadas e as pessoas especializadas na formulação do problema, para procurar as questões às quais devem ser dadas respostas. A falha de atenção nesta etapa é a causa mais significativa para o modelo não funcionar como pretendido (Keebler, 2006), ou para se obterem conclusões erradas (Dhebar, 1993).
- Especificar as variáveis – As variáveis dependentes podem refletir a performance do modelo, como tal é necessário verificar quais as variáveis dependentes e independentes no modelo.
- Desenvolver e validar o modelo conceptual – O modelo conceptual é uma abstração do sistema real a ser estudado, usando relações matemáticas e lógicas na sua estrutura (Banks, 1998), como tal devem-se especificar suposições, algoritmos e modelos conceptuais. Esta etapa é importante para garantir que todos os detalhes estão corretamente elaborados.
- Recolher os dados – A recolha de dados pode ser desafiante pelo facto de alguns dados não se encontrarem no melhor formato para serem estudados. Devem-se

definir os requisitos dos dados, assim como estabelecer os parâmetros do modelo.

- Desenvolver e verificar o modelo computadorizado – Banks (1998) sugere que numa fase inicial, o modelo deve ser simples e a complexidade deve ser adicionada ao longo do tempo, conforme o modelo vai sendo desenvolvido. Existem soluções informáticas para simular problemas logísticos e de cadeia de abastecimento, como ARENA, GPSS/*World* ou SLAMSYSTEM e dado que não foi encontrado nenhuma evidência de preferência, basta escolher um ambiente simulador.
- Validar o modelo – Esta etapa é importante para perceber o grau de precisão do modelo de simulação. Deve-se envolver a equipa de trabalho e verificar se o modelo se encontra a responder ao pretendido e se é o correto. A equipa de trabalho terá então que rever toda a estrutura do modelo, identificando os fatores que possam ter impacto na performance medida e testando a estabilidade do mesmo. (Powers et al., 1987)
- Executar o modelo – Deve-se especificar o número de replicações, o comprimento da janela temporal e o tempo de aquecimento. Ao aumentar o número de replicações reduz o desvio na amostra e aumenta o nível de confiança, refletindo um aumento de precisão absoluto na população estimada. (Laws, 2006)
- Analisar e documentar os resultados – deve-se estabelecer técnicas estatísticas apropriadas, como verificar os gráficos produzidos, médias, limites inferiores e superiores e o desvio padrão.

## 2.5 COMPUTER AID DESIGN

Existem atualmente dois tipos de CAD, o CAD 2D que consiste numa ferramenta que concebe desenhos em duas dimensões e o CAD 3D que consiste numa ferramenta que concebe modelos em três dimensões. O CAD 3D permite ao modelador uma menor carga de processamento de informação face à modelação 2D, facilitando a interpretação da aparência final. Esta ferramenta é bastante útil em Engenharia Industrial pelo facto de conceber peças recorrendo a *software* como AUTODESK INVENTOR®, CATIA V5® ou SOLIDWORKS® para conseguir uma maior produtividade no projeto e reduzir a possibilidade de erros.

A representação por computador da geometria das peças chama-se modelo geométrico, que pode ser feito por três tipos de modelações, como mostra a Figura 6:

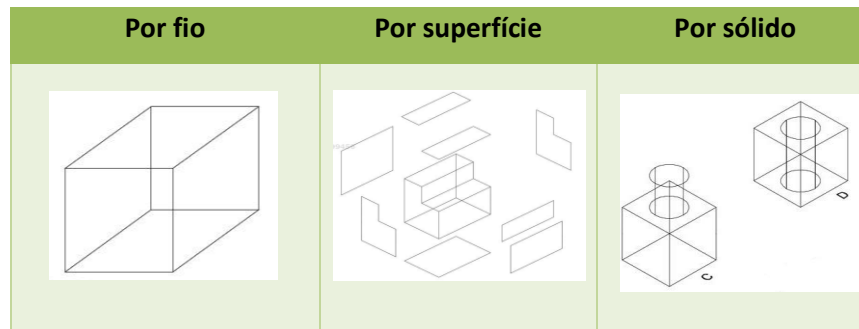


Figura 6- Tipos de modelação

Na modelação por fio é representado apenas as extremidades do componente, aparentando que o objeto é composto apenas por fio. Na modelação por superfície, o componente é representado pelas superfícies que o representam. Na modelação por sólido, os objetos físicos separam o espaço em duas regiões, interior e exterior.

Para modelar em CAD 3D, tem de seguir as etapas abaixo descritas:

- *Sketching*
- Criar os elementos
- Montagem



## CAPITULO 3 – MELHORIA NA LOGÍSTICA DA ROCA TORNEIRAS

### 3.1 APRESENTAÇÃO DA EMPRESA

#### 3.1.1 O GRUPO ROCA

A empresa Roca Sanitário, S.A. foi fundada em 1917 em Barcelona para fabricar radiadores de ferro fundido. Em 1936, começaram a produzir louça sanitária e em 1954, torneiras. Nos anos 90 do século XX, o grupo expandiu-se com fábricas em redor do mundo, mantendo em certas situações, a marca já implementada nesse mercado, como por exemplo o grupo suíço Keramik Holding Laufen, o quarto fabricante mundial de louças sanitárias ou a Sanitana, em Portugal. Em 2005, o grupo vendeu a sua parte na produção de radiadores e ar condicionado, focando-se assim na produção de material sanitário.

A Roca é reconhecida a nível mundial pelo seu elevado padrão de qualidade nos seus produtos sanitários e *design* vanguardista. Hoje a rede comercial da Roca estende-se por mais de 135 países abastecidos pelas suas 76 fábricas e mais de 20.000 funcionários em todo mundo.

Para além disso, o grupo tem uma preocupação social e como tal é responsável pela fundação “We Are Water Foundation” que visa ajudar os cidadãos dos países mais desfavorecidos com o acesso a água potável.

A Roca possui várias unidades em Portugal: a Roca, S.A., antiga marca Madalena, que atualmente é responsável pela manufatura de louças sanitárias, a BLB Industrias Metalúrgicas, S.A., responsável por elaborar bases de chuveiro e banheiras, a Sanitana responsável por oferecer um leque de louças sanitárias e torneiras e a Roca Torneiras, responsável pela fabricação de torneiras.

#### 3.1.2 A ROCA TORNEIRAS S.A.

A Roca Torneiras, S.A. está localizada em Cantanhede e foi fundada em 1998, tendo começado a laborar em Setembro de 1999. A unidade até 2014 já foi alvo de duas intervenções de expansão e atualmente encontra-se como ilustra a Figura 7:



*Figura 7 - Fabrica de Roca Torneiras vista de satélite (Google Maps <sup>TM</sup>, 2014)*

Pode-se observar que a organização possui espaço para futuras expansões, caso necessário. Na Figura 8 é possível observar a fábrica vista da rua.



*Figura 8- Roca Torneiras visto da rua (Google Maps <sup>TM</sup> Street View, 2014)*

A unidade de Cantanhede é especializada na manufatura de torneiras mono comando cromadas de banho duche, duche, lavatório, bidé e cozinha, com uma oferta de 200 soluções diferentes. Esta especialização permite-lhe ser competitiva no mercado das torneiras e torna a fábrica a melhor do ramo no grupo Roca.

As competências chave da empresa consistem na Fundição e Mecanizado, Limado e Polido, Cromagem e Montagem. De forma a garantir os altos níveis de qualidade, o Sistema de Qualidade é certificado desde 2002, de acordo com os requisitos das normas ISO 9001, o Sistema de Gestão Ambiental desde 2004, de acordo com a normas ISO 14001 e o Sistema de Gestão da Saúde e Segurança Ocupacional desde 2005, de acordo com as normas OHSAS 18001.



O número de colaboradores em 2014 rondava os 130, sendo estes oriundos maioritariamente de Cantanhede e arredores, estando distribuídos na empresa de acordo com Figura 9:

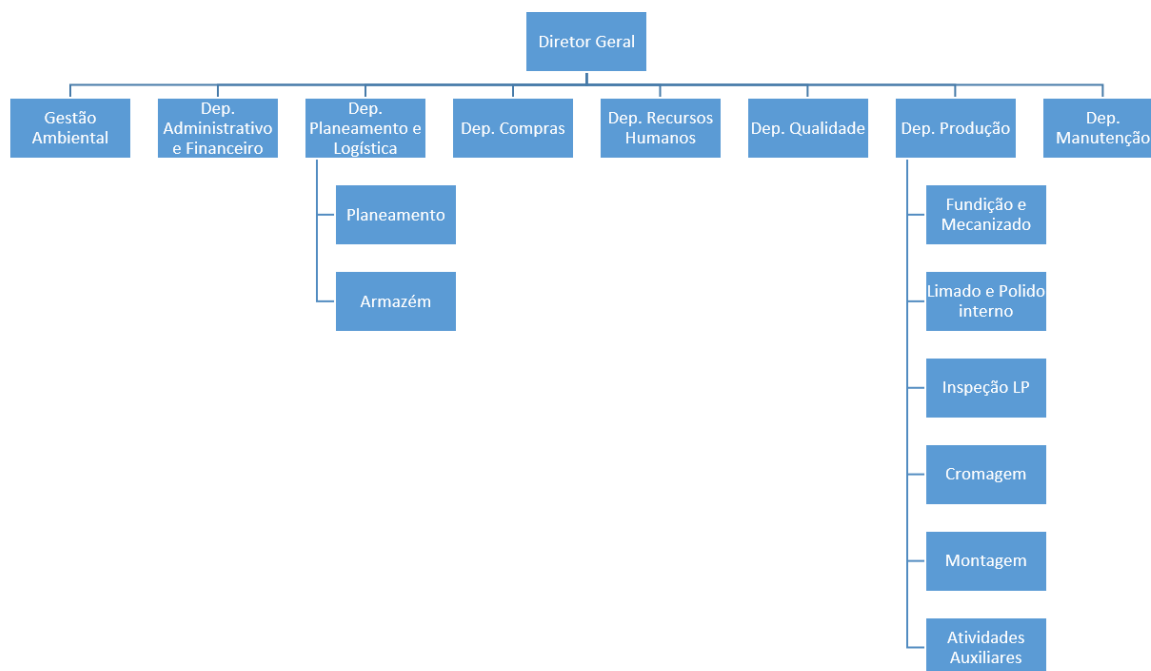


Figura 9 - Organograma da RT (MANC)

Do grupo de colaboradores na organização, 30% possui escolaridade superior, enquanto os restantes 70 % possui escolaridade até ao 12º ano ou equivalente.

No ano de 2013, o volume de produção da Roca Torneiras foi de cerca 900.000 unidades por ano, o que correspondeu a uma faturação de 21.196.646, 41€.

### 3.1.3 PROCESSO PRODUTIVO NA ROCA TORNEIRAS SA

A Roca Torneiras possui cinco setores produtivos, sendo eles a Fundição, Limado e Polido Interno, ao lado da Fundição, Limado e Polido Externo, que consiste em empresas externas, Cromagem e Montagem.

Na Figura 10, é possível observar o *layout* da Roca Torneiras, onde se podem localizar os diversos setores na unidade fabril.

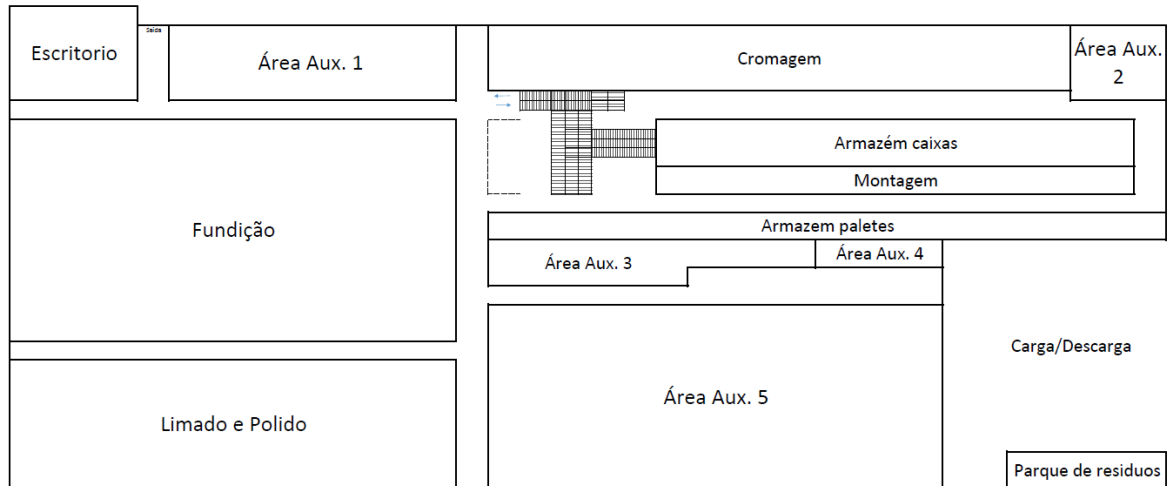


Figura 10 - Layout da RT (Apontamentos de estagio)

A peça começa a sua jornada na Fundição, segue para o Limado e Polido (Interno ou Externo), continua para a Cromagem e por último para a Montagem. Para perceber melhor como estes setores existentes na organização interagem entre si, segue-se a Figura 11, com o fluxograma produtivo necessário para transformar lingote de latão em uma torneira.

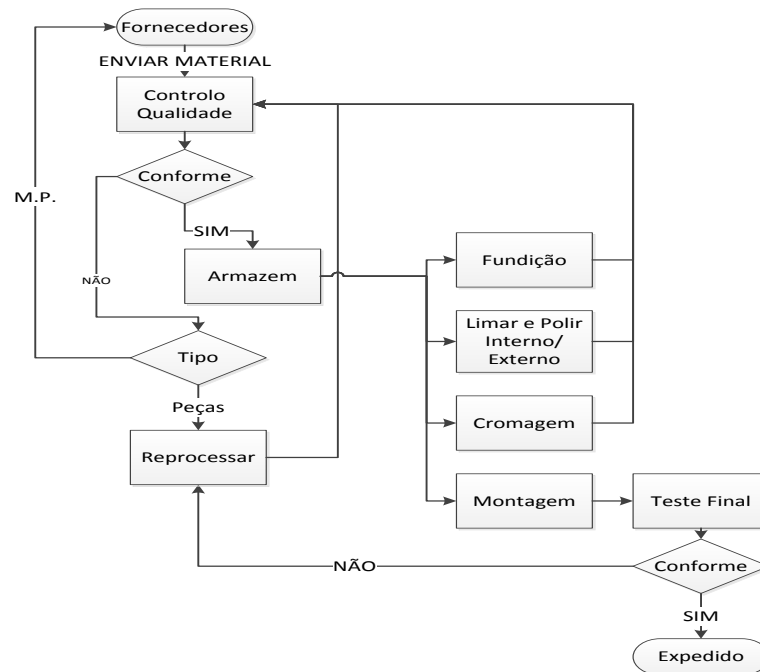


Figura 11 - Fluxograma produtivo (Apontamentos de estagio)

Existem três departamentos diretamente envolvidos no processo produtivo:

- Departamento de Qualidade

Este departamento, entre outras funções, é responsável pelo controlo de qualidade do material que entra e sai de portas, para verificar a conformidade do material com os parâmetros exigidos. Só assim e só em caso de aprovação deste departamento, o material segue o seu caminho. O WIP é igualmente alvo do controlo nas diversas etapas produtivas.

- Departamento de Produção

Este departamento é responsável pela parametrização das linhas e máquinas, sendo constituído por diversos setores:

O setor de Fundição e Mecanizado que é responsável pela elaboração dos machos de areia, que consiste num corpo com a forma do espaço oco dentro do corpo da torneira, pela injeção do latão no molde e pela mecanização do corpo, que o prepara para ficar funcional.

O setor de Limado e Polido é responsável pelo limar, que consiste no lixamento da peça, onde se eliminam as porosidades e pelo polimento que consiste em dar brilho à mesma.

Atualmente existem recursos internos como externos para elaborar o trabalho. Os recursos internos absorvem cerca de 35% da capacidade produtiva atual, sendo necessário enviar o resto dos 65% para os prestadores de serviços externos.

Os prestadores de serviços ou vulgarmente conhecidos como Limadores Externos ou LE, encontram-se sediados no distrito de Braga à exceção de um, que se encontra no distrito do Porto. Pode-se observar na Figura 12, a localização da RT e dos LE.

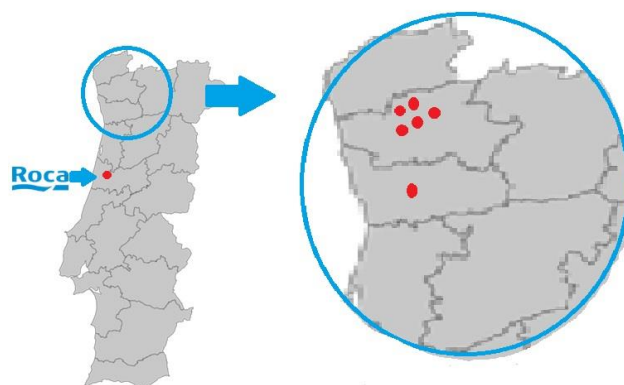


Figura 12 - Mapa de Portugal Continental (Wikipedia.com)

Devido ao volume de peças por dia que seguem para os LE, valor que ronda as 2500 peças/dia é necessário ter um veículo permanente de serviço para enviar e receber as peças. Uma empresa externa é responsável pela viatura que efetua os 150 km entre a Roca Torneiras e os LE.

O setor da cromagem consiste na preparação do corpo com uma segunda limpeza da torneira e em seguida a galvanização com crómio, onde a torneira adquire o acabamento prateado.

O setor da montagem é responsável pela montagem dos diversos componentes inerentes a uma torneira, tais como manete, cartucho, etc... para em seguida a embalar e a preparação para expedição.

- Departamento de Planeamento e Logística

O DPL controla o armazém, controlando o volume de produção, *stock* de matérias-primas e componentes e o WIP.

No início de cada mês, o departamento tem a confirmação da sede em Barcelona, Espanha do plano de vendas para o respetivo mês e o que se espera vender nos próximos dois meses.

Com essa informação são lançadas ordens de compra de material para os próximos dois meses para o Departamento de Compras a efetuar. Em seguida, com a confirmação da sede, o DPL realiza um MPS de Fundição e Mecanizado. A jusante no processo, no setor de limado e polido, o departamento decide todos os dias qual o prestador de serviço vai processar as peças e as quantidades que vão ser enviadas e comunica os LE via telefone. No próximo processo, na cromagem, é realizado um plano diário com as peças a serem processadas, para permitir ao setor da cromagem estudar qual a melhor sequência de produção. Já no setor de montagem, é necessário um plano semanal com as datas em que se deve realizar a montagem dos diversos componentes nas torneiras e as enviar ao cliente.

## 3.2 O PROJETO

### 3.2.1 OPORTUNIDADE DE MELHORIA

Para uma melhor compreensão, é bastante importante perceber como funcionava a organização no passado, para poder melhor entender a situação atual e assim proceder as devidas melhorias futuras.

A unidade da Roca Torneiras em Cantanhede foi projetada segundo os ideais da Roca Sanitário, S.A. de Espanha, no final dos anos 90, sendo assim a segunda fábrica do grupo no ramo das torneiras, a primeira fora de Espanha. Tendo já algum conhecimento acerca da produção de torneiras, na sua primeira fábrica de torneira em Gavà (Barcelona), Espanha, a equipa achou por bem dotar a empresa de com os setores de Fundição e Mecanizado, Cromagem e Montagem. A fase de Limado e Polido teria que ser feita integralmente por empresas externas. Foi assim decidido devido à experiência passada de elevado número de problemas causado por elaborar esta tarefa internamente. Uma das outras considerações da equipa que desenhou a fábrica de Cantanhede foi dotar as instalações de AGV (*Automated Guided Vehicle*), entre o setor de Fundição e Mecanizado e o armazém.

O armazém projetado para a unidade consiste num armazém vertical, onde existem quatro elevadores que correm num eixo horizontal, o que torna possível o armazenamento de caixas com um formato e dimensão semelhantes, numa altura de 7 metros e num comprimento de 40 metros.

A 1 de setembro de 1999, a unidade começa a funcionar, com uma produção focada em grandes quantidades de corpos e pouca variedade, mas cedo começaram a vir os problemas. Devido a uma mudança de estratégia na negociação do preço do serviço realizado fora relativamente ao praticado pela Roca em Espanha, o parceiro que veio de Espanha para realizar o *outsourcing* de LP da Roca Torneiras, acabou por fechar portas e forçar a administração da RT a procurar outras empresas prestadoras de serviços.

Pouco depois os AGVs começaram a dar problemas. Os AGV tinham um comportamento muito similar ao do empilhador, meio de transporte já descrito no parágrafo do *Mizusumashi*, ou seja, partiam do final da linha da Fundição e Mecanizado, deslocavam-se para o armazém e voltavam para trás. A seguir, era responsabilidade dos elevadores colocarem as caixas no devido sítio. A combinação da referida atividade de carga com a atividade de descarga de material para os LE, juntamente com as atividades de carga e

descarga associados aos outros setores, originou um resultado desastroso. O armazém não conseguiu responder aos pedidos, devido ao grande volume de caixas a entrar e a sair, para apenas 4 elevadores.

Dado que o envio das peças para LE era realizado em paletes, decidiu-se assim desligar os AGVs e colocar as peças logo em paletes, assim que os corpos saiam do setor de Fundição e Mecanizado, resolvendo assim o problema do congestionamento no armazém.

Da procura de empresas externas para realizarem o serviço de Limado e Polido, surgiram várias pequenas empresas de caráter familiar e com várias lacunas a nível de gestão.

Ao longo do tempo, a fábrica foi crescendo e nasceram novos setores, como o setor de cartuchos em 2004. O cartucho consiste no mecanismo interno da torneira que realiza a mistura de água quente e fria e que regula ao caudal. Mais tarde em 2007, o setor de Moldes e Ferramentas que é responsável pela elaboração dos moldes a serem usados na Fundição.

Desde o início da procura de novos prestadores de serviços externos até a data, a empresa nunca ficou satisfeita pelo serviço externo prestado. Os LE foram um problema pela incapacidade de serem eficientes e de não respeitarem as normas básicas de higiene e segurança no trabalho. Para além dos prestadores de serviços não cumprirem com as expectativas, a oferta no mercado é bastante reduzida. A elevada dependência deste serviço e dos parceiros colocou a Roca Torneiras numa condição muito frágil. A tentativa de monopólio foi tentada por parte dos LE, mas não foi bem-sucedida devido a conflitos internos dos próprios limadores. Esta situação teria levado os prestadores de serviços a um controlo total da negociação, mas felizmente para a RT tornou-se a líder e controladora da negociação. Para diminuir o risco existente neste setor, em 2010, a administração face aos constantes problemas com as empresas externas de LP, a administração decide em criar um novo setor, Limado e Polido Interno. Com a criação deste setor, a unidade seria capaz Limar e Polir, parte da produção, diminuindo a dependência externa. Contudo, a limpeza da peça continua ainda como serviço exclusivo externo.

Em 2013, a Roca Torneiras foi desafiada pelo grupo Roca a aumentar a variedade e reduzir a quantidade de produção. Nesse ano, a organização produzia 32 corpos diferentes de torneiras, o que podia dar um leque de 120 soluções possíveis ao cliente. Durante esse o ano, foram introduzidos novos modelos, atingindo em Junho de 2014, 54

corpos diferentes, dando 200 soluções de torneiras possíveis ao cliente. Este aumento exigiu às diversas equipas da organização, o desenvolvimento e estudo da melhor abordagem na produção a fim de tornar a organização mais eficiente no futuro.

Como reflexo dessa alteração, começou a haver um aumento significativo de *stock* intermedio ou WIP. Apesar de haver alguns valores elevados em algumas referências, esse valor poderia ser absorvido na produção do mês seguinte. A estratégia até então era garantir um WIP de pelo menos um dia de produção. Com o aumento significativo de peças a produzir, aumentou na mesma o volume de WIP.

A administração começou então a alertar que os custos do material parado eram elevados e que tinha ordens da sede em Barcelona, para reduzir esses números. Como se sabe, não se pode reduzir simplesmente as quantidades de *stock* intermédio, dado que poderia significar o caos e prejuízo para a fábrica. Tornou-se então necessário um estudo para perceber quais as razões que forçam a um WIP elevado, perceber como resolvê-las e só depois reduzir as quantidades de *stock* intermedio e assim reduzir custos.

### 3.2.2 OBJETIVOS E METODOLOGIA DO PROJETO

O desenvolvimento deste projeto consiste na realização de um diagnóstico ao sistema logístico implementado na Roca Torneiras, visando a redução de custos em WIP. Para além do estudo diagnóstico, foram realizadas propostas de alterações, tendo sido uma testada em ambiente de simulação em computador. Devido à dimensão do trabalho do departamento em questão, foi fundamental que, no início do projeto, fosse estudada toda a unidade, de modo a perceber como os diferentes setores se interligavam.

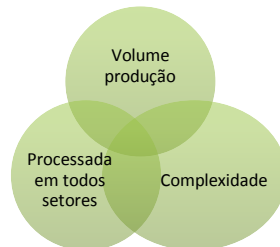
A administração procura as causas e possíveis medidas para os seguintes aspetos diretamente associadas à quantidade de WIP:

- *Lead-time* longo
- Ineficiência dos LE
- Ferramenta de monitorização da produção

Foi consensual a necessidade de analisar as seguintes questões:

### 1. Qual o modelo de torneira a ser estudado?

O modelo a estudar torna-se uma questão fulcral dado que todos os resultados serão condicionados pela escolha realizada. Neste caso, procura-se o modelo de torneira que combine 3 aspetos:



### 2. A cadeia de valor funciona no seu melhor?

Dado que a administração se queixou do longo *lead time*, decidiu-se recorrer a ferramentas *Lean*, como o VSM, procurando na análise da mesma a inexistência ou quebras de fluxo de material de um ponto para o outro.

### 3. Quais os processos problemáticos?

Nesta fase é necessário um estudo no terreno para a compreensão do funcionamento dos processos com problemas, percebendo o paradigma envolvente e apresentar soluções viáveis, recorrendo a ferramentas como a simulação em computador.

### 4. É possível desenvolver uma ferramenta de monitorização da produção?

A ausência de uma ferramenta de monitorização da produção, poderia causar por vezes um “vazio” relativamente à situação em que a organização se encontrava que devia ser solucionado.

A metodologia adotada no projeto, basicamente, corresponde à resposta sequencial às perguntas anteriormente enunciadas.



## CAPITULO 4 – RESULTADOS

### 4.1 SELEÇÃO DO MODELO DE ESTUDO

- **Volume de produção**

Para perceber quais os modelos que têm maior volume de produção, recorreu-se ao histórico da empresa, colocando por ordem decrescente o resultado obtido:

- 6900072
- 6900801
- 6900802

- **Processamento em todos os setores**

O seguinte passo seria compreender se os modelos em cima descritas são processadas em todos os setores existentes na unidade, como se pode ver na tabela 1:

*Tabela 1 - Relação das referências com os setores de processamento*

Referencia	Fundição	LP Interno	LP Externo	Cromagem	Montagem
6900072	Sim	Sim	Não	Sim	Sim
6900801	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
6900802	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim

A peça 6900072, não é o melhor alvo de estudo, pelo facto de não passar em todos os setores.

- **Dificuldade de produção**

Em seguida encontra-se a 6900801, mas como é um modelo relativamente simples, não forneceria dados chave, como por exemplo, o elevado retrabalho existente, não sendo por isso o alvo deste estudo. A peça 6900802, conhecida pela sua dificuldade na produção, reúne assim todas as condições para ser modelo de torneira a estudar.

### 4.2 ESTUDO DA CADEIA DE VALOR

Para o estudo da cadeia de valor da Roca Torneiras, foi necessário a realização de um estudo de métodos e tempos a toda a unidade fabril, para obter as informações relevantes, como o tempo de ciclo, o número de peças em processamento simultâneo e o tempo disponível para operação.

Reunidos os dados já era possível a elaboração de um VSM ou Mapa de Cadeia de Valor da situação atual para perceber onde se localizavam os problemas. Relativamente aos prestadores de serviços externos, escolheram-se dois dos quais a peça alvo de estudo é processada exclusivamente pelas organizações em questão. A este grupo, associou-se o setor interno, para futuras comparações de performance.

#### 4.2.1 CÁLCULO DE TAKT TIME E INTERVALO DE CEDÊNCIA

Como foi referido, o ritmo a que a fábrica necessita de produzir uma torneira nova de modo a poder responder ao pedido dos clientes é denominado por *Takt Time*. O tempo disponível de produção consiste num dado mês e a procura consiste no volume de encomendas respetivas para esse mês.

Tempo disponível:

2 turnos  $\times$  (8 horas – 30 minutos pausa)  $\times$  21 dias de trabalho

Procura:

90800 Peças

Através dos cálculos realizados acima percebe-se que, no mês em questão, a unidade tem de produzir uma peça a cada 12,5 segundos para satisfazer os clientes.

O intervalo de cedência de peça é calculado da seguinte maneira:

$$\text{Intervalo de Cedência de Peça} = \frac{\text{Tempo de ciclo}}{\text{Capacidade de Produção Simultânea}}$$

A Capacidade de Produção Simultânea consiste na quantidade de peças que um dado processo pode processar ao mesmo tempo.

#### 4.2.2 CONSTRUÇÃO DO VSM ATUAL

##### 4.2.2.1 DADOS BASE

- **Setor Fundição e Mecanizado**

Na tabela 2, constam os processos existentes no setor descrito e as respetivas médias de tempos de ciclo registadas em segundos.

Tabela 2 - Tempos da Fundição

	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12
T.Ciclo	37	37	28	22	10	20	10	10	30	100	117	116

- **Setor Limado e Polido**

Este setor é maior responsável pelo alongamento do *lead time* da Roca Torneiras. Foram estudadas as seguintes partes do setor:

- Limado e Polido Interno

As peças seguem de empilhador em paletes para o setor de LP Interno, sendo descarregadas perto dos robots de limar, sendo depois polidas e lustradas, demorando o tempo registrado na tabela 3 em segundos.

Tabela 3 - Tempos de LP Interno

	Tempo Ciclo	Capacidade simultânea	Intervalo Cedência
Limar	-	20	380
Polir	-	2	225
Lustrar	151	1	-

As peças são em seguida colocadas em paletes para seguirem para o prestador de serviço LE02 para a limpeza do corpo. Desde a preparação ao transporte e a posterior descarga, decorrem 12 horas. Depois do material estar nas instalações do prestador de serviços LE02, é enviado em conjunto com as peças limadas e polidas do LE02.

- LE02

Os corpos saem da fábrica ao fim do dia e seguem de camião para o prestador de serviço logo na madrugada do dia útil seguinte. Dado que o camião tem que visitar vários LE por dia para descarregar material, a peça chega ao prestador de serviço entre as 10h00 e as 12h00. Dado a descarga e alocação dos corpos nas instalações do limador e a devida preparação para serem processadas, conclui-se que é despendido um dia para a descarga de material.

O modo como os prestadores de serviços desenvolvem os processos de modo a entregarem a peça é responsabilidade exclusiva dos próprios. Como tal, os números de etapas podem variar. Cada processo descrito na tabela 4, ilustra os diversos ataques realizados à peça, ou seja, o lixamento/ polimento/ lustramento de diversas partes do

corpo como a parte frontal/lateral/traseira, descrevendo esses diferentes ataques por números. São apresentados por cada processo a média registrada em segundos do tempo de ciclo ou intervalo de cedência de peça.

*Tabela 4 - Tempos no LE02*

	Tempo de Ciclo	Capacidade Simultânea	Intervalo de Cedência
P1	25	1	-
P2	21	1	-
P3	22	1	-
P4	37	1	-
P5	18	1	-
P6	26	1	-
P7	17	1	-
P8	21	1	-
P9	17	1	-
P10	38	1	-
P11	-	2	15
P12	38	1	-
P13	38	1	-
P14	29	1	-
P15	32	1	-
Limpeza	-	40	7
Escolha	19	1	-

Após a escolha final de todo o lote, os corpos estão prontos para seguir o caminho inverso de regresso à Roca Torneiras, demorando um dia na viagem de regresso.

○ LE03

Tal como acontece com o prévio limador, conclui-se que na descarga do material é despendido um dia de trabalho.

São apresentados na tabela 5, os processos com os valores médios registados em segundos dos tempos de ciclo ou intervalo de cedência por peça.

*Tabela 5 – Tempos no LE03*

	Tempo de Ciclo	Capacidade Simultânea	Intervalo de Cedência de Peça
P1	27	1	-
P2	39	1	-
P3	80	1	-
P4	25	1	-
P5	29	1	-
P6	18	1	-

<b>P7</b>	32	1	-
<b>P8</b>	-	2	24
<b>P9</b>	34	1	-
<b>P10</b>	22	1	-
<b>P11</b>	36	1	-
<b>P12</b>	30	1	-
<b>P13</b>	32	1	-
<b>Lavagem</b>	-	3	23
<b>Escolha</b>	27	1	-

Só após a escolha de todo o lote, os corpos estão prontos para, seguir o caminho inverso de regresso à Roca Torneiras, demorando um dia na viagem de regresso.

No final deste circuito, todo o material deve ser alvo de inspeção, para verificar pequenos defeitos. Caso as peças estejam conformes seguem para o armazém, caso contrario, seguem no dia útil seguinte para o prestador de serviço para reprocessamento.

- Tempos de espera entre setores

No estudo verificou-se que a espera mais crítica encontrava-se entre o setor de Limado e Polido e a Cromagem. Os corpos quando são entregues pelos LE à Roca Torneiras, necessitam de ser inspecionados por uma equipa própria para o efeito antes de seguirem para o armazém e continuarem o seu trajeto produtivo. Verificou-se que existe um tempo de espera de 6 horas para a inspeção ocorrer. A inspeção tem um tempo de ciclo de 17 segundos. Após esta atividade, caso a peça não esteja conforme, é enviada para o LE no dia útil seguinte. Caso contrário, a peça espera 12 horas para voltar a ser processada na etapa seguinte. O tempo de espera neste tipo de produto é mais elevado do que nos outros modelos, dado o formato da peça, que acumula facilmente areias e resíduos, contaminando os tanques da Cromagem. Como tal, este tipo de família de peça é deixado para fim do dia de trabalho.

Verificou-se igualmente uma grande espera entre a Fundição e Mecanizado e o Limado e Polido de 12 horas. Estudada a situação nos LE, verificou-se que é necessário aguardar pelo fim do dia, que é quando se realiza a carga de material para o camião da empresa responsável por esse serviço logístico. Na situação do LP Interno, funciona de acordo a mesma ideia, o carregamento é feito apenas uma vez, tal como fosse um LE, como tal tem de esperar que se forme um lote de peças, na ordem das 1000 peças, para o empilhador transportar as peças até ao setor de LP Interno.

- **Setor Cromagem**

Na tabela 6, encontram-se os tempos em segundos que foram retirados da base de dados da empresa.

*Tabela 6 - Tempos da Cromagem*

Processo	TCiclo	Processo	TCiclo	Processo	TCiclo	Processo	TCiclo	Processo	TCiclo	Processo	TCiclo
P1	650	P6	60	P11	30	P16	22	P21	60	P26	30
P2	60	P7	250	P12	80	P17	60	P22	30		
P3	190	P8	20	P13	60	P18	280	P23	18		
P4	60	P9	60	P14	1020	P19	60	P24	5		
P5	290	P10	30	P15	2	P20	90	P25	295		

- **Setor Montagem**

Na tabela 7, encontra-se a média dos tempos em segundos registados no setor.

*Tabela 7 - Tempos da Montagem*

	P1	P2	P3	P4	P5	P6
T. Ciclo	37	6	197	30	10	36

#### 4.2.2.2 ELABORAÇÃO DO MAPA

De acordo com a literatura, usou-se um quadro em branco, canetas e a devida simbologia para desenhar o VSM relativo a toda a organização da Roca Torneiras. Realizado pela primeira vez, o VSM criou alguma expectativa e aquando da sua apresentação, a administração mostrou-se surpreendida com o resultado.

O mapa refere-se, como se encontra explicado no ponto 4.1, ao produto 69000802. A Roca Sanitário, S.A. em Espanha envia para o departamento de Planeamento e Logística o plano de vendas para o mês a seguir e a previsão dos próximos dois meses.

Baseado nessa informação, o departamento em causa realiza um MPS para Fundição e Mecanizado mensal, um MPS semanal para a Montagem e um plano diário das necessidades da cromagem. Com este trabalho, é possível um MRP, cruzando as quantidades requeridas nas encomendas com as BOM, verificando o *stock* de componentes e matéria-prima e enviando a lista de material que será necessário para o departamento de Compras encomendar e complementa-a com uma previsão de necessidades dos próximos dois meses. Quando o material é entregue, o departamento

de Qualidade tem a responsabilidade de verificar se o material se encontra conforme as especificações, que em caso afirmativo, o material é colocado em *stock*.

Já com a estrutura realizada, como se vê na Figura 13, e aprovada pela administração, recorreu-se ao *software* Microsoft Visio.

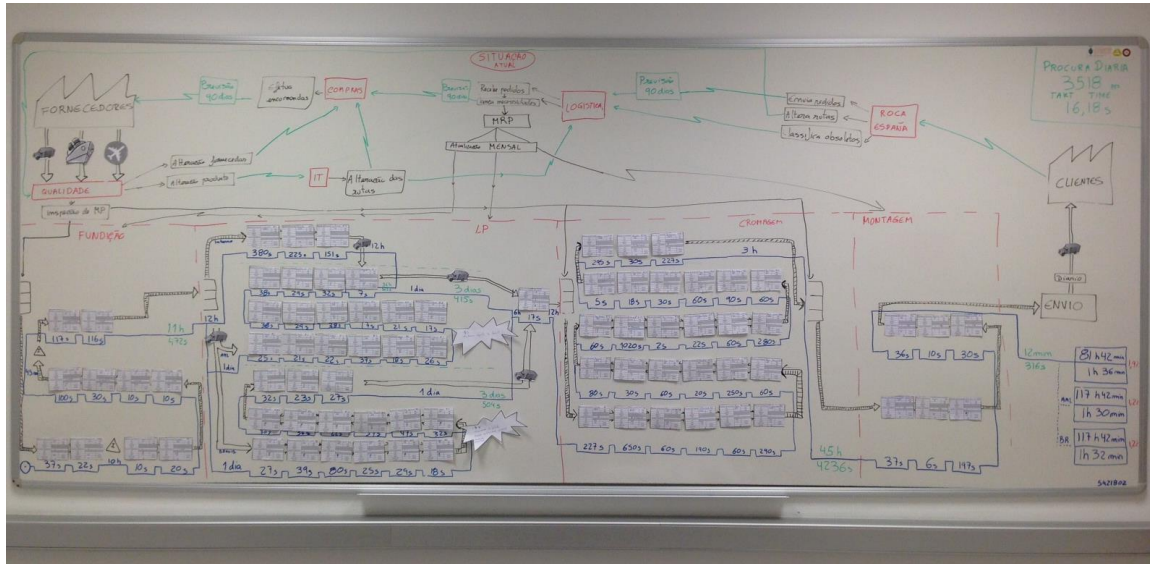


Figura 13 - VSM Situação atual RT

Procedeu-se à transformação do mapa elaborado manualmente para um mapa simplificado em suporte digital, na Figura 14. Para uma consulta mais pormenorizada, deve ver os anexos.

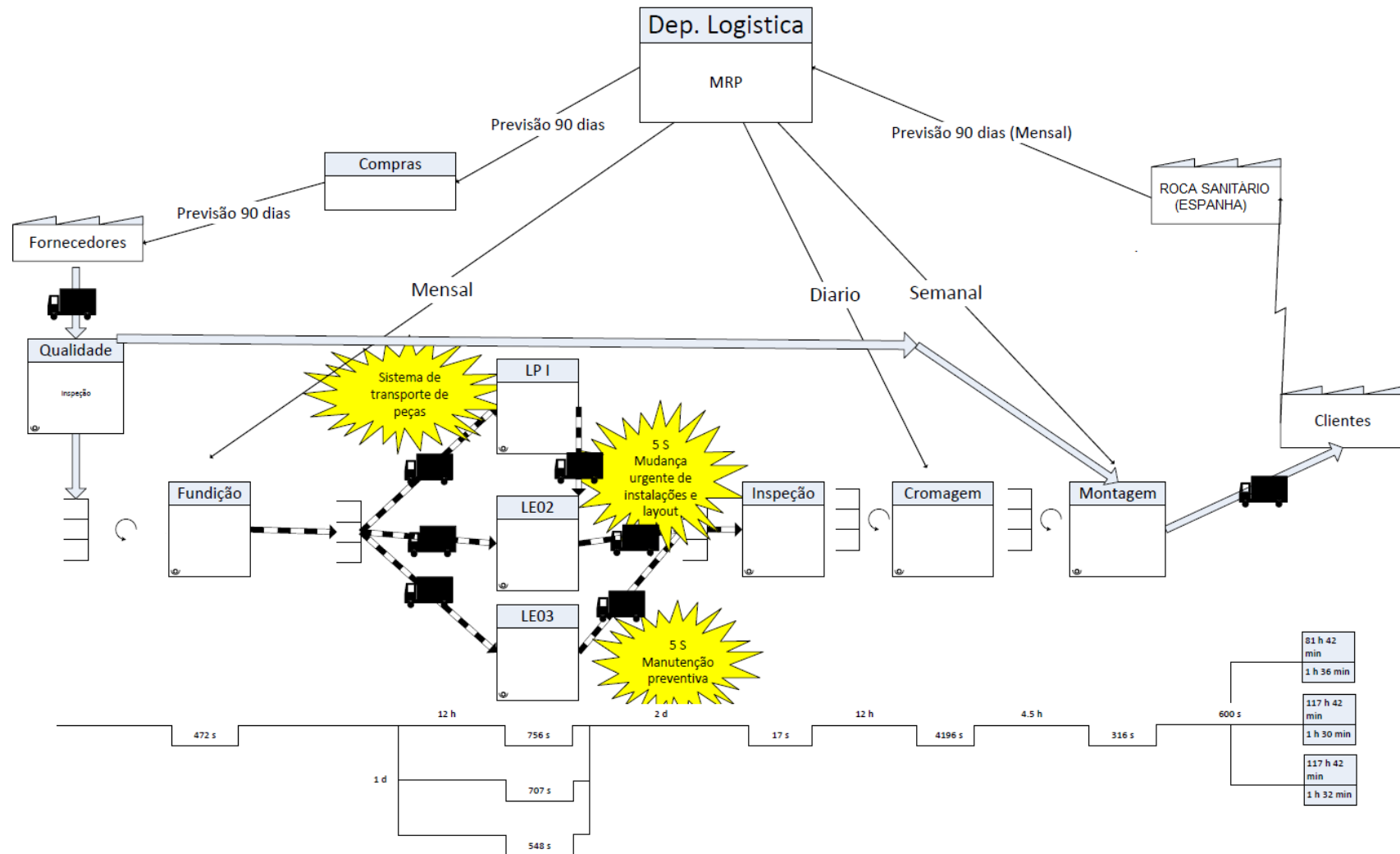


Figura 14 - VSM Situação atual RT



A análise do VSM revela três *lead times* diferentes, dependendo de qual o limador que efetuou o Limado e Polido:

- Limado e Polido Interno
- LE02
- LE03

O lead time através do LP Interno é de 81 horas e 42 minutos, através do LE02 é de 117 horas e 42 minutos e através do LE03 é de 117 horas e 42 minutos. Desta janela temporal, apenas 1 hora e 36 minutos (LP Interno) ou 1 hora e 30 min (LE02) ou 1 hora e 32 minutos (LE03) são atividades que adicionam valor, fazendo que 98% são atividades que não acrescentam qualquer tipo de valor. O maior contributo negativo é proveniente do setor de Limado e Polido (Interno e Externo) e o segundo maior contributo advém da inexistência de um fluxo contínuo de material, refletindo assim a carência de um sistema eficiente de transporte.

### 4.3 ANÁLISE DE PROCESSOS PROBLEMÁTICOS

Com o resultado do diagnóstico à cadeia de valor da unidade é possível compreender o estado atual da organização e as áreas com mais oportunidades de melhoria na organização, destacando as seguintes áreas:

- Limado e Polido
- Transporte intersectorial

#### 4.3.1 SETOR DE LIMADO E POLIDO

##### 4.3.1.1 LEVANTAMENTO DA SITUAÇÃO

Tornou-se relevante detetar as causas do problema, pelo facto de não assegurarem os objetivos pretendidos por parte da RT, contribuindo para um *lead time* mais longo. Dado que este setor faz parte da cadeia de valor da RT, era vital a sua melhoria, para melhorar o funcionamento geral da fábrica. Para obter o máximo de informação junto dos LE, decidiu-se seguir a seguinte metodologia:

- Seleção dos limadores
- Recolha de informação
- Organização da informação

A seleção dos limadores foi bastante importante, dado que no início do projeto, a RT possuía 7 prestadores de serviços. No prazo estabelecido não era viável estudar todas as organizações, como era igualmente importante perceber quais os prestadores de serviços com maior impacto na organização relativamente ao nível de volume de produção.

Nesta situação recorreu-se à análise de Pareto, para poder perceber quais os LE que processam 80 % da produção da Roca Torneiras, como se pode observar na Figura 15, é possível observar qual o volume de peças/dia (a esquerda) e a sua relação com o volume de peças para *outsourcing*.

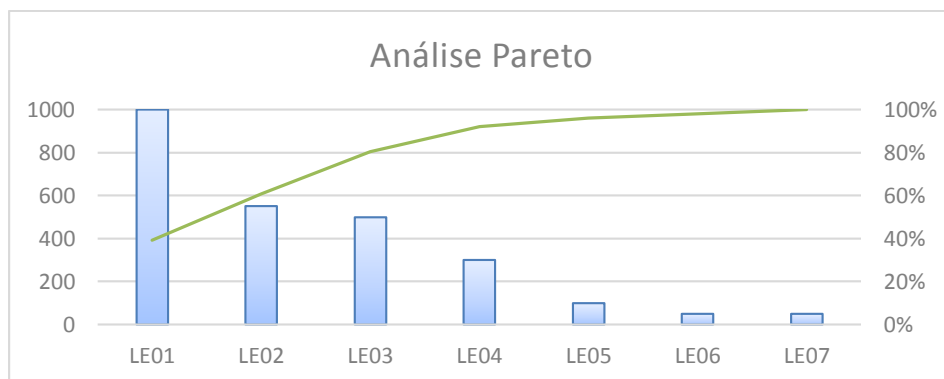


Figura 15 - Análise Pareto dos LE

Na análise de Pareto é possível concluir que 3 dos 7 limadores processam a maior parte da produção, sendo que os outros 4 têm um papel menos relevante na RT. Com esta informação, a escolha dos prestadores de serviços a serem estudados fica bastante clara:

- LE01
- LE02
- LE03

Na recolha de informação, é bastante defendido que se deve envolver todos os elementos da organização na resolução de problemas. Como tal, elaborou-se um *brainstorming* na organização para perceber quais as dificuldades dos seus elementos e para que estes comunicassem possíveis soluções.

Na Figura 16, encontra-se o resultado da intervenção dos colaboradores dos LE. É importante realçar que a taxa de participação foi bastante acima do esperado, conseguindo cinquenta e seis *post it* preenchidos numa população de quarenta e nove pessoas.



Figura 16 - Resultados do Brainstorming, usando Post It

Resumiu-se essa informação obtida e em seguida recorreu-se ao diagrama de Ishikawa, ou Diagrama de Espinha de Peixe, que de acordo com a literatura é o mais indicado.

Organizaram-se as causas dos problemas, segundo a metodologia 6M. Na Figura 17, o diagrama demonstra as causas para que haja atrasos na entrega das peças, alongando o prazo da entrega. Ao realizar o diagrama, seguiu-se a técnica dos cinco porquês, para chegar à raiz das causas.

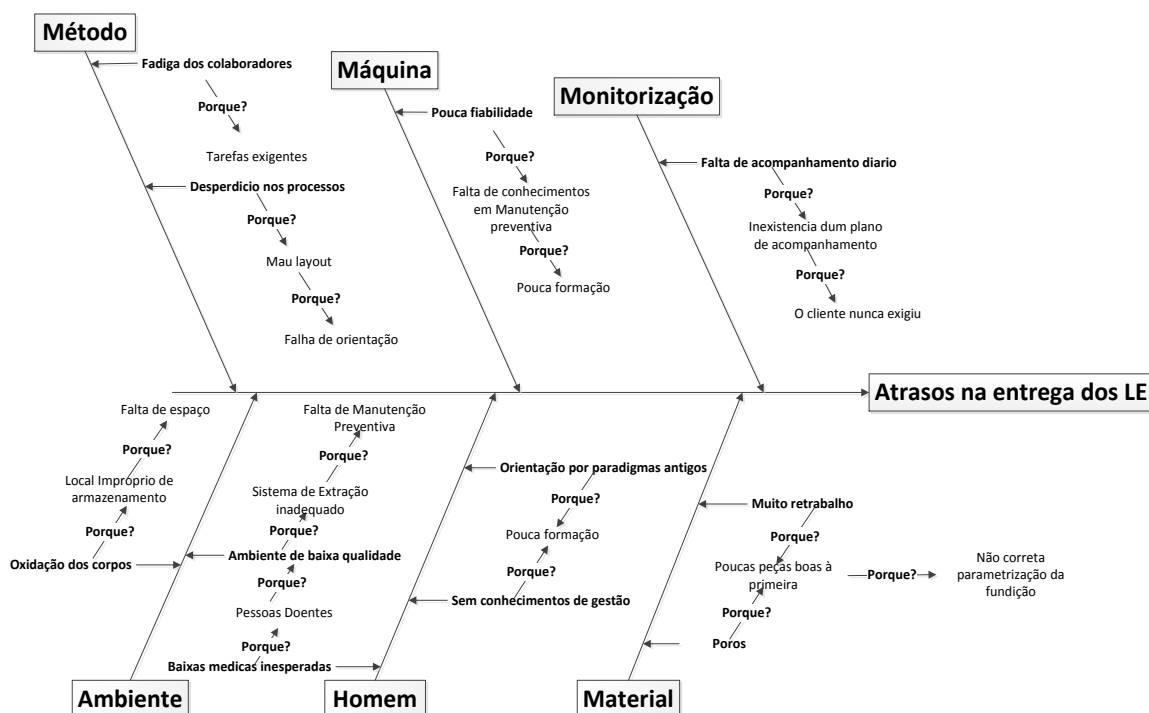


Figura 17 - Diagrama Espinha de Peixe

Verificou-se que a metodologia de trabalho adotada nos LE é baseada em trabalho manual com pouco nível de automação, o que leva um grande esforço por parte dos operadores. Esse trabalho pode levar um operador com experiência a cometer erros por cansaço. Para além disso, a disposição da área operacional não se encontra devidamente organizada. A Figura 18, exemplifica o fluxo produtivo da peça 6900802 no LE02.

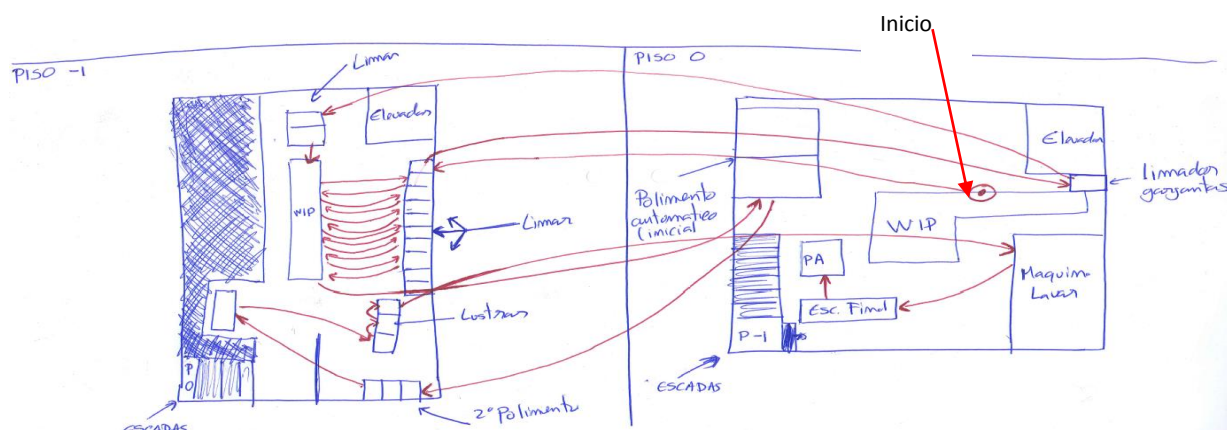


Figura 18 – Layout Produtivo para peça 6900802 no LE02

Como se pode observar na figura anterior, as instalações deste prestador de serviços possuem dois andares, o piso -1 e o piso 0. A peça quando está a ser processada é movimentada muitas vezes entre postos de trabalho e entre andares, perdendo imenso tempo. Observando a Figura 19, pode-se constatar a notória falta de espaço para futuras alterações no LE02 (à esquerda da Figura 19), ou a necessidade de limpeza no LE01 (à direita da Figura 19).



Figura 19 – LE02 Piso 0 à esquerda; LE01 à direita; Fotos de Abril 2014

Verificou-se também que a mão-de-obra era afetada pelo meio ambiente de baixa qualidade, causado pelas poeiras originadas pela manufatura do material. Baixas inesperadas e outras complicações de saúde são problemáticas. Outra causa reconhecida neste estudo de atraso dos LE nas entregas reside na falha constante em

alguma máquina ou robot dos prestadores de serviços, o que impossibilitava os LE de cumprir os prazos, devido à impossibilidade de trabalhar a 100%. Constatou-se que a maquinaria não era alvo de manutenção, exceto quando finalmente parava com algum tipo de dano, o que podia levar horas ou dias a recuperar.

Por vezes os LE não entregavam as peças à RT, devido ao desconhecimento do paradeiro das mesmas e tal devia-se à falta de acompanhamento interno nos LE.

Verificou-se ainda que havia uma elevada quantidade de retrabalho das peças por parte dos prestadores de serviços. Uma das causas devia-se a oxidação das peças após a lavagem, que obrigava a um novo processamento da peça. Esta oxidação acontecia quando o armazenamento da peça era realizado num local menos apropriado e a peça era sujeita aos elementos climáticos. Além disso verificou-se que havia poucas peças que percorriam o processo produtivo dos LE apenas uma vez, sendo comum as peças serem constantemente retrabalhadas. Verificou-se que a peça possuía pequenas imperfeições, como poros e cometas, o que obrigava, na escolha final, a enviar as peças para trás para serem novamente processadas e corrigidas. Concluiu-se que uma melhor parametrização do setor de Fundição e Mecanizado pode reduzir estes valores de retrabalho.

#### 4.3.1.2 MEDIDAS PROPOSTAS

Após o levantamento da situação, propuseram-se vários eventos *kaizen* na cadeia de valor da RT:

- Mudança urgente de *layout* no LE02

Recomendou-se uma mudança urgente ou *kaikaku* das instalações, acompanhada com uma implementação dos 5S nessa organização. Como tal, a empresa decidiu resolver o problema e mudar de instalações, como se pode observar na Figura 20.



Figura 20 - Futuro espaço LE02 em Setembro 2014

Como tal, foi apresentado a essa entidade uma sugestão para um *layout*, que minimizasse os transportes de material, como se pode ver na Figura 21:

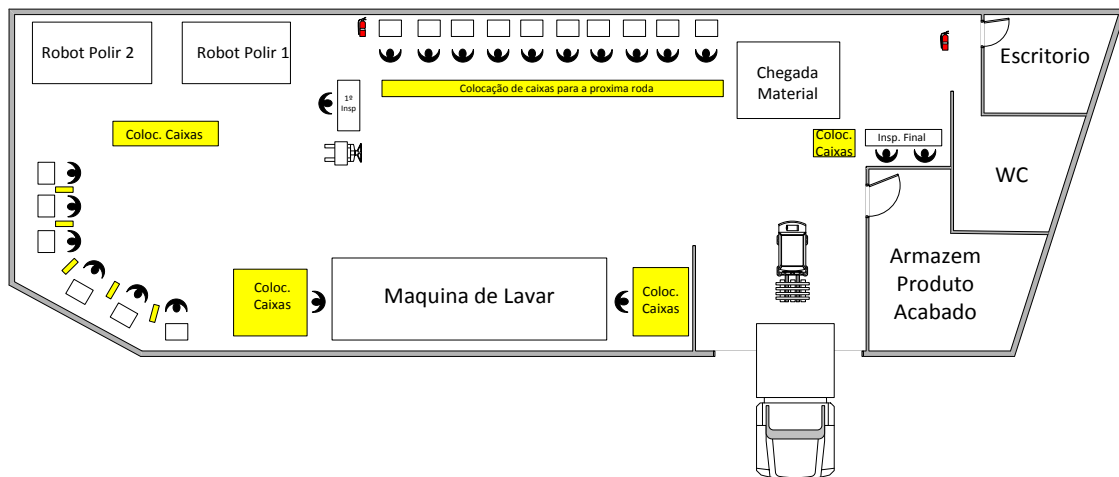


Figura 21 - Futuro Layout LE02

A Figura 21 deve ser comparada com a Figura 19. De acordo com a Figura 21, o material é descarregado no local “Chegada Material”, onde segue para as rodas de limar, descritas com as 10 células de trabalho. Em seguida deve ser alvo da primeira inspeção, para detetar o problema o mais cedo possível na cadeia de valor do LE. Após a inspeção, as peças devem ser processadas nos *robot* de polimento para, em seguida, seguirem para o polimento manual e lustramento. Posteriormente, as peças devem ser limpas na máquina de lavar. Em seguida, as peças são inspecionadas uma última vez e caso estejam conformes, são guardadas no “Armazém Produto Acabado”.

- Implementação dos 5S e Manutenção Preventiva no LE03

Recomendou-se a implementação de 5S e de um programa de manutenção regular, devido à desorganização existente nesta empresa como as falhas regulares das máquinas, que causam diversos atrasos na produção.

- Implementação dos 5S na LE01

Esta empresa necessitava uma forte limpeza. Como tal, a organização agiu em conformidade e, em Setembro de 2014, as melhorias eram notórias, com se pode ver na Figura 22:



Figura 22 – LE01 em Setembro 2014

A Figura 22 deve ser comparada com a Figura 19, onde se percebe a evolução da limpeza das paredes e onde a limpeza do espaço de trabalho se tornou uma preocupação.

- Análise da variabilidade no setor Fundição e Mecanizado

Para realizar a *posteriori* deste projeto, recomenda-se um estudo aprofundado acerca da parametrização da Fundição através de uma análise que permita quantificar a variabilidade do sistema atual. Para além dessa análise, deve ser considerado qual o custo de preparação do próprio latão dentro de portas, para assim se comparar com os custos de não qualidade existentes atualmente. Isto porque se verifica uma elevada quantidade de queixas relativamente à qualidade da liga do latão por parte dos LE. Esse tipo de medida não envolvia investimento adicional em máquinas, dado que durante o período deste projeto, uma linha de Fundição estava desligada e o forno dessa linha poderia ser usada para a preparação da mesma.

- Preparação da análise de variabilidade

Para garantir um estudo descrito acima no setor de Fundição, é bastante importante que haja um bom sistema de comunicação e controlo a jusante. Como tal, torna-se evidente a relevância de ter um sistema de monitorização e comunicação forte nos LE. Para isso é necessário a existência de uma plataforma onde se possa quantificar o retrabalho existente neste setor, tanto ao nível dos próprios LE, como na inspeção final realizada já na RT, para o departamento da Produção e/ou a equipa *Lean* poder rastrear o material enviado e qual o seu comportamento. Foi apresentada aos LE um mapa diário preenchido pela escolha final existente em cada LE, colocando o número de peças boas, peças com defeito e a referência das mesmas. Esses dados são inseridos num mapa *online*, especialmente desenvolvido para o efeito, ao qual ambas as organizações têm acesso. A implementação desta medida revelou-se importante,



dado simbolizar o início da mudança e receptividade a novas medidas, dando espaço para futuras medidas. O resultado desse mapa num dado mês foi o demonstrado na Figura 23.

Limadores externos	Rejeição interna		
	Objetivos 2014		
	20,00		
	LE02	LE03	LE01
	11,35	37,56	40,57

Limadores externos	Rejeição interna		
	LE02		
	Boas	Defeito	Total
	12849	1645	14494
	Boa		

Limadores externos	Rejeição interna		
	LE03		
	Boas	Defeito	Total
	9113	5481	14594
	Muito Alta		

Limadores externos	Rejeição interna		
	LE01		
	Boas	Defeito	Total
	21360	14580	35940
	Muito Alta		

Figura 23 - Quadro RILEx

Destes quatro quadros, o primeiro ilustra a situação geral dos três LE, indicando a percentagem de retrabalho, KPI que se decidiu denominar por Rejeição Interna dos Limadores Externos (RILEx) e os restantes quadros, indicam qual o número de peças boas, com defeito e uma janela de comentário, que indica como se encontra o RILEx face aos objetivos estipulados.

Estes valores são preenchidos segundos os critérios de “bom” ou “defeito” dos LE que por vezes, não corresponde à verdade. Integrando o trabalho já existente na RT obteve-se um mapa de avaliação geral dos LE, na Figura 24:

Avaliação Limadores				
Objetivos 2014				
10,00				
LE02	LE03	LE01	LE04	
8,49	18,14	5,75	18,71	
Interno	LE07	LE06	LE05	
2,11	19,53	24,84	12,70	

Figura 24 - Avaliação dos Limadores

Recorreu-se às cores para auxiliar a interpretação dos dados, assumindo que uma rejeição menor que 10 % seria bom, representado pelo verde; uma rejeição entre os 10% e os 15 % seria aceitável, representado pelo amarelo; e a rejeição maior que 15 % seria má, representado a vermelho. A escala assenta num enquadramento da situação atual.

- Controlar WIP nos LE através dum MRP

Longe de ser a situação ideal, dado a instabilidade nos LE, o MRP foi determinado como o melhor caminho a seguir, pelo menos a curto prazo.

Na preparação do MRP, elaborou-se um algoritmo que determinasse a capacidade utilizada dos LE, no preenchimento do MRP. A base do algoritmo seria os tempos



registados e qual a sua relação entre modelos. Este algoritmo consegue ser explicado recorrendo à tabela 8.

Tabela 8 - Base de comparação de relações de trabalho por tipo de peça

	LE02		LE03		LE01	
	Relação	Capacidade p/ Peça	Relação	Capacidade p/ Peça	Relação	Capacidade p/ Peça
<b>Banho Ducha</b>	1	358	1	315	1	531
<b>Ducha</b>	1,6	573	1,5	473	1,5	796
<b>Lavatório</b>	3	1074			2,8	1486
<b>Bidé</b>	3	1074			3	1592
<b>Cozinha</b>	3	1074			3	1592

No caso do LE02, o tempo e recursos despendidos para processar 1 corpo de Banho Duche, poderiam fazer 1,6 peças de Duche ou 3 peças de Lavatório ou Bidé ou de Cozinha, podendo assim saber qual a sua capacidade por peça. Esse valor seria depois colocado no mapa MRP, como se pode ver na tabela 9.

Tabela 9 - MRP de LE01 para um mês

Roca

NORMAL	Stock atual	Capacidade p/ Peça	9		10		11		12		13		14		15		16		17	
			EN	RE	EN	RE	EN	RE	EN	RE	EN	RE	EN	RE	EN	RE	EN	RE		
6900109	5089	1486	1000					1000						2000						1000
6900110	0	1592																	1000	
6900144	7	1486	1000											1000						
6900146	194	1486																		1400
6900159	6	1486																		
6900802	3758	531																		3700

O mapa apresenta o *stock* do LE por referência, a sua capacidade teórica explicada anteriormente e os prazos estipulados. As colunas a branco representam as quantidades a enviar da RT e as a cinzento, as quantidades a receber. Após o preenchimento do MRP é possível validar a capacidade utilizada dos LE, através do SALP, na Figura 25.


 <b>SALP Simulador de Apoio Limado Polido</b>						
Produção normal						
Dias 20	LE01		LE02		LE03	
	Totais	Capac	Totais	Capac	Totais	Capac
Banho Ducha	2774		1954		2070	
Ducha	3258	<b>68%</b>	3705	<b>68%</b>	3451	<b>67%</b>
Lavabo	9148		449		0	
Bidet	6		3358		0	
Fregadero	888		733		0	
Total	16074		10199		5521	
<b>Peças/dia</b>	<b>804</b>		<b>510</b>		<b>276</b>	
Max Teorico	1375		550		600	
Status	<b>OK</b>		<b>OK</b>		<b>OK</b>	

Figura 25 - Quadro do SALP

Este simulador de apoio permite proceder a ajustes manuais no MRP, para conseguir uma melhor distribuição da carga de trabalho enviado para os LE.

- Redução para 3 Limadores Externos

Como já se verificou através da análise de Pareto existem 4 empresas que são responsáveis pelo processamento de apenas 20% das peças e ao mesmo tempo são responsáveis por quantidades elevadas de reenvio de material para trás. Estes dados demonstram que estas organizações não são compatíveis com os padrões da RT e como tal, devem ser excluídas da lista de prestadores de serviços. No decorrer do projeto houve a redução da lista dos prestadores de serviços em um elemento.

- Departamento *Lean*

Recomenda-se a formação de um departamento na empresa que seja o elo de ligação entre os vários departamentos existentes, prosseguindo na implementação do plano de melhoria atual e de futuros planos como a atualização do VSM ao longo do tempo, contratando para essa tarefa engenheiros de gestão industrial. Este departamento teria como objetivo o acompanhamento constante dos indicadores da produção como dos LE, para deteção precoce dos problemas, garantindo uma fábrica estável e apta para a volatilidade do mercado.

#### 4.3.2 TRANSPORTE INTERSETORIAL

Como observado no VSM, o transporte entre setores de Fundição e Mecanizado e o armazém é lento e pouco eficiente. O meio atual de transporte é o empilhador. Este meio torna-se prejudicial para o fluxo contínuo de material da organização, dado que o empilhador transporta lotes grandes.

Como uma atividade experimental neste ramo iria ser bastante dispendiosa e prejudicaria toda a produção, durante o período experimental, o melhor caminho para testar uma nova solução, seria recorrer à Simulação em computador para perceber quais os impactos positivos e negativos de um *Mizusumashi*. Como tal, é necessário compreender a situação atual e isso é possível através da observação da Figura 28.

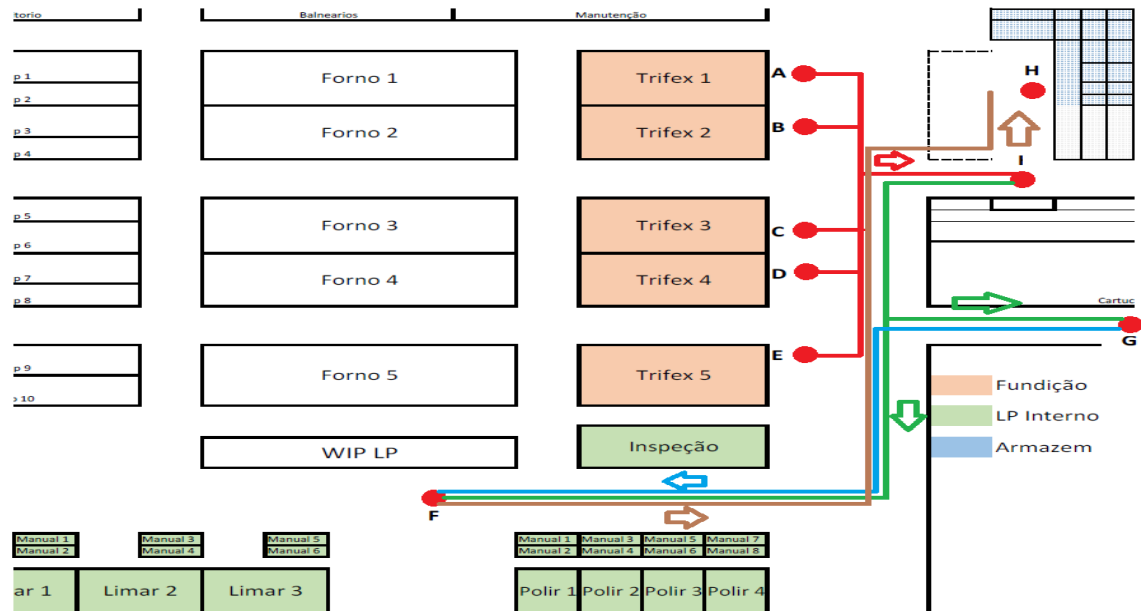


Figura 26 – Percurso atual realizado pelo Empilhador (Vermelho, Azul, Castanho e Verde)

O fim da linha da Fundição e Mecanizado encontra-se ilustrada a cor creme, o setor de LP Interno a verde e o Armazém a azul, sendo estes três elementos os *stakeholders* deste estudo. Os diferentes trajetos encontram-se marcados a diversas cores, para uma melhor interpretação dos mesmos. O vermelho simboliza o fluxo de material da Fundição e Mecanizado para o armazém de paletes. A verde é representada o fluxo de material para o LP Interno e para os prestadores de serviços externos. A azul é o fluxo de material dos prestadores de serviços externos para a Inspeção. A castanho é o transporte das peças já inspecionadas, oriundas tanto do LP interno como do externo com destino ao armazém.

#### 4.3.2.1 LEVANTAMENTO DO PERCURSO DO MIZUSUMASHI

A sua implementação requer uma rota que satisfaça todas as estações na menor distância possível e crie simultaneamente uma rota contínua. Sugere-se a rota exemplificada na Figura 27.

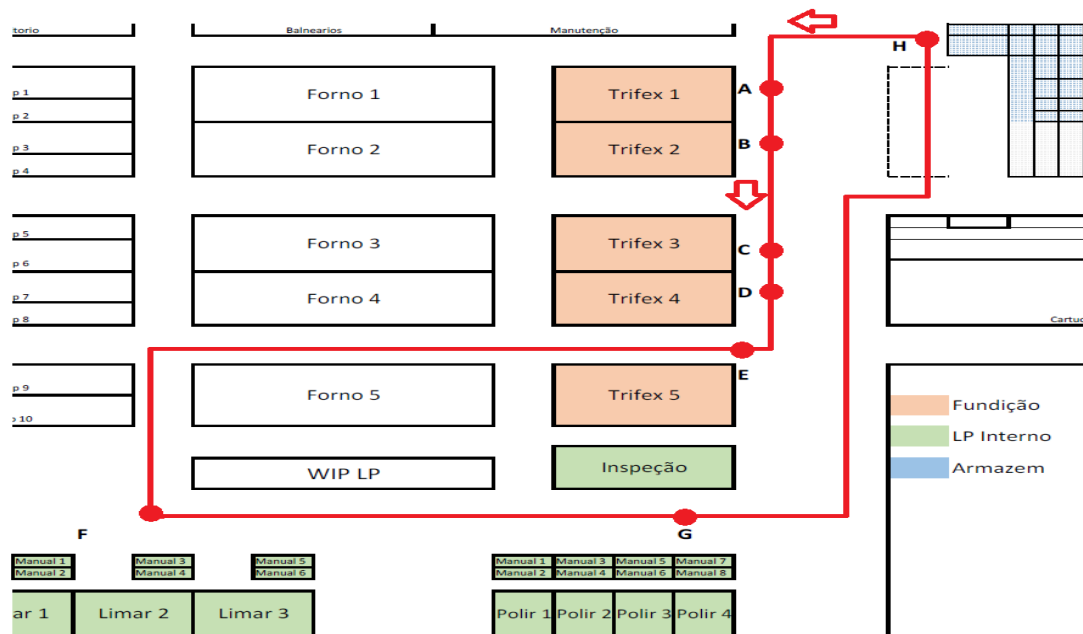


Figura 27 - Trajeto proposto para o Mizusumashi

A carga de paletes só seria necessária a partir da estação H, onde se agrupavam as caixas em paletes, para em seguida ir para o armazém de paletes e serem transportadas para o exterior.

Este modelo seria uma combinação, incluindo no sistema o *Mizusumashi* e o empilhador, onde o empilhador realizava as cargas da estação H para o caminhão e as descargas de material na estação G, para depois *Mizusumashi* as levar já devidamente inspecionadas para o armazém, a partir da mesma estação.

Como tal, verifica-se a passagem de 9 estações para 8, incluindo a nova estação G na Inspeção de material de LP.

#### 4.3.2.2 SELEÇÃO DO MIZUSUMASHI

A Figura 28 apresenta o modelo de reboque proposto à empresa.



Figura 28 - Reboque proposto: EZS 130 da Jungheinrich

O reboque demonstrado consiste no modelo EZS 130 da *Jungheinrich*. Foram tidas em consideração as dimensões reduzidas do reboque, uma altura de 1335 mm e com um comprimento de 1275 mm. Este reboque tem uma capacidade de carga até 3000kg, o que demonstra ser o mais adequado. Para mais informação técnica relativamente a este reboque, consultar anexo.

Com a escolha do modelo do reboque adequado à função foi necessário encontrar um tipo de vagão necessário para colocar as caixas com material a transportar. Para entender quais as características necessárias para os vagões do comboio logístico, elaborou-se um estudo recorrendo à “Casa da Qualidade” ou QFD.

As matrizes servem de apoio para demonstrar as necessidades da RT relacionadas com o vagão, podendo ser consultados na Figura 29:

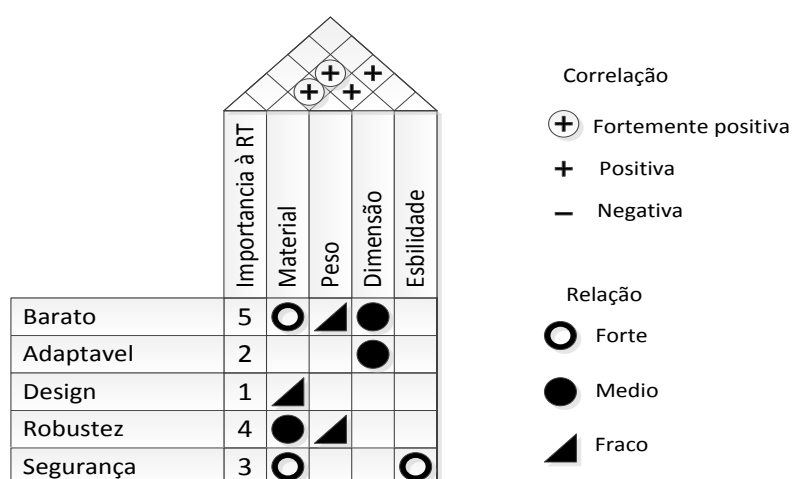


Figura 29 - Casa da Qualidade para o vagão do Mizusumashi

Com o uso da casa da qualidade como matriz auxiliar, é possível observar que a escolha dum bom material para o vagão é a característica mais importante, dado afetar o preço, peso e a segurança do equipamento. Existe tanto um impacto a curto prazo (como o valor do investimento), como a longo prazo (o consumo energético para mover os vagões).

No desenvolvimento conceptual do vagão, procurou-se a oferta existente no mercado e constatou-se que seria mais barato adquirir um vagão modular. Uma empresa externa seria responsável pela elaboração do vagão descrito. O material proposto para a estrutura foi alumínio, devido à sua elevada resistência e peso reduzido. As junções e os parafusos são pontos de elevado *stress* e tal implica a escolha de aço. Para o suporte das caixas foi proposto o uso de PVC. Com todos os componentes montados é esperado que o peso do vagão vazio seja de 15 quilogramas e carregado de 100

quilogramas. Segundo um coeficiente de segurança de 1.5, cada rodizio tem que suportar um mínimo de 37.5 quilogramas. Em anexo, encontra-se com mais pormenor, o desenvolvimento de detalhe.

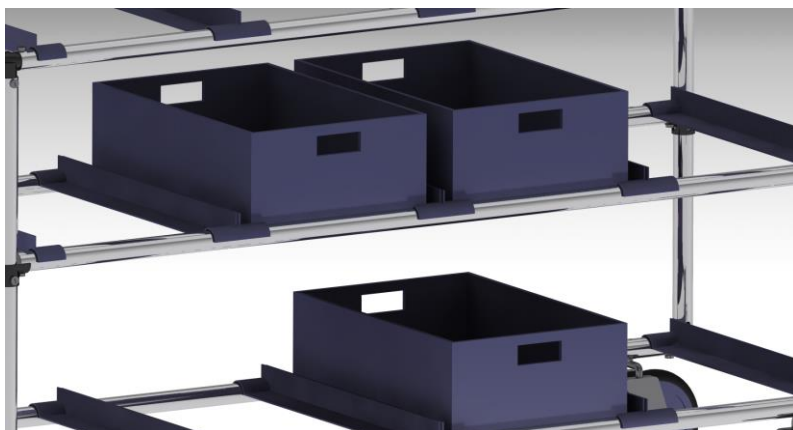
Reunindo toda informação e recorrendo ao *software* Catia V5R19 desenvolveu-se um vagão com uma estrutura retangular com três pisos de estantes podendo cada piso levar 4 caixas, com uma altura máxima de um metro, para facilitar a carga e descarga das caixas superiores de um ponto de vista ergonómico.

A renderização do vagão completo encontra-se na Figuras 30:



*Figura 30 - Renderização do modelo de vagão proposto*

Na Figura 31 pode-se observar o vagão carregado com três caixas.



*Figura 31 - Vagão com 3 caixas*

Foi tomado em consideração um espaço adicional, para a carga e descarga do material ser mais fácil, como também um bloqueio físico em ambas as direções, para manter a caixa no lugar durante o movimento do *Mizusumashi*.

#### 4.3.2.3 SIMULAÇÃO DO FUNCIONAMENTO DO MIZUSUMASHI

- **Formulação do problema**

O objetivo do estudo de simulação consiste em avaliar o impacto da introdução de um Mizusumashi, entre a Fundição e o Armazém de LP. O modelo foi desenvolvido através do *software* Arena® da Rockwell Software.

- **Modelo Conceptual e recolha de dados**

Para a realização do modelo conceptual recorreu-se a um fluxograma que consta na Figura 33, que permite compreender a lógica da estrutura do modelo.

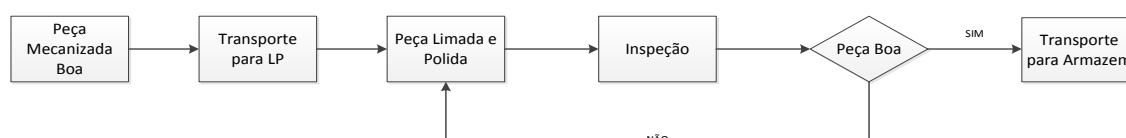


Figura 32 – Fluxograma que representa a lógica do modelo a realizar

Para a recolha de dados da tabela 10, recorreu-se ao estudo dos tempos de ciclos de processos envolvidos, nomeadamente do setor Limado e Polido Interno e Inspeção que funciona 24 horas por dia, recorrendo a três turnos de trabalho.

Tabela 10 - Tempos do setor de LP Interno

Tempos (Segundos)				
Carga/Descarga	UNIF	55		74
Limar	TRIA	361	380	399
Polir	TRIA	213,75	225	236,25
Lustrar	TRIA	143,45	151	158,55
Inspeção	TRIA	12	17	25

Utilizou-se uma distribuição uniforme para modelar os tempos de carga e descarga, devido a inexistência de dados. O resto dos processos ajusta-se a uma distribuição triangular.

A Fundição labora 16 horas por dia das 06:00 até as 23:00, divididas por dois turnos. A cadência de cada linha pode ser vista na tabela 11:

Tabela 11 - Cadência das 5 linhas de Fundição

Cadência da Fundição (peças/hora)	
Linha 1	0
Linha 2	94
Linha 3	102
Linha 4	120
Linha 5	72

As pausas para as refeições são transversais a todos os setores e ocorrem a meio dos turnos laborais. As pausas são de trinta minutos e ocorrem no turno da manhã das 9:30 às 10:00, no turno da tarde das 18:00 às 18:30 e no turno da noite das 02:00 às 02:30.

Para este estudo foi importante determinar as distâncias, tendo-se elaborado uma matriz de distâncias, que pode ser analisada na tabela 12.

Tabela 12 – Matriz de distancias entre os 8 nós em metros

	A	B	C	D	E	F	G	H
A	-	10	30	40	50	110	140	15
B	10	-	20	30	40	100	130	25
C	30	20	-	10	30	80	110	45
D	40	30	10	-	10	70	100	55
E	50	40	30	10	-	60	90	65
F	110	100	80	70	60	-	30	125
G	140	130	110	100	90	30	-	75
H	15	25	45	55	65	125	75	-

#### • Desenvolvimento do modelo

Os parâmetros de execução do modelo são os seguintes:

- Duração da simulação: 1 dia útil
- Número de Replicações: 10 replicações,

O modelo operacional foi desenvolvido no Arena, tendo sido também elaborado uma animação 2D do modelo, na Figura 33:

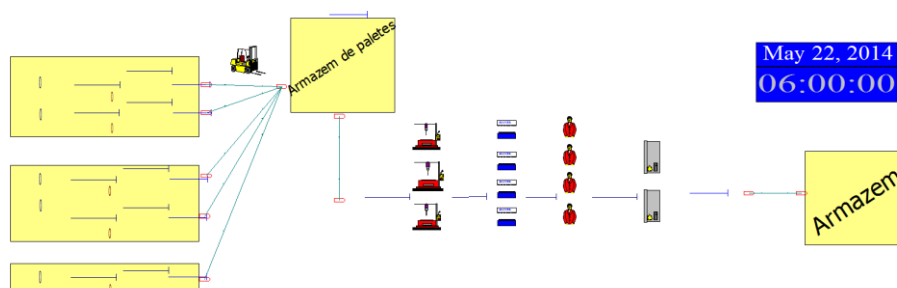


Figura 33 - Animação do modelo da situação atual

#### • Verificação e Validação

Este modelo foi verificado e validado através de diferentes técnicas tais como a análise da animação, da sua estrutura e do seu comportamento. Verificou-se que o comportamento do modelo foi de acordo com o esperado, entregando  $3 \pm 0$  paletes,



num total de  $1200 \pm 0$  peças/dia, percorrendo uma distância de  $3265 \pm 505$  metros por dia, como se pode confirmar na tabela 13.

Tabela 13 - Cálculo da distância percorrida na situação real

Viagens	Nº Viagens	Distância (m)	Distancia percorrida (m)
A <-> H	0	15	0
B <-> H	$6 \pm 1$	25	$150 \pm 25$
C <-> H	$8 \pm 2$	45	$360 \pm 90$
D <-> H	$6 \pm 2$	55	$330 \pm 110$
E <-> H	$5 \pm 2$	65	$325 \pm 130$
G <-> H	$28 \pm 2$	75	$2100 \pm 150$
<b>Total</b>	$53 \pm 9$	-	$3265 \pm 505$

## • Resultados

Após a V&V do modelo, procurou-se testar dois cenários:

### ○ Cenário 1

No primeiro cenário, testou-se a proposta de fluxo de material, com um lote de 2 caixas, sem necessitar de investimento, ou seja transportando o material com o empilhador, da linha de Fundição diretamente para o setor de LP Interno, como mostra a Figura 34.

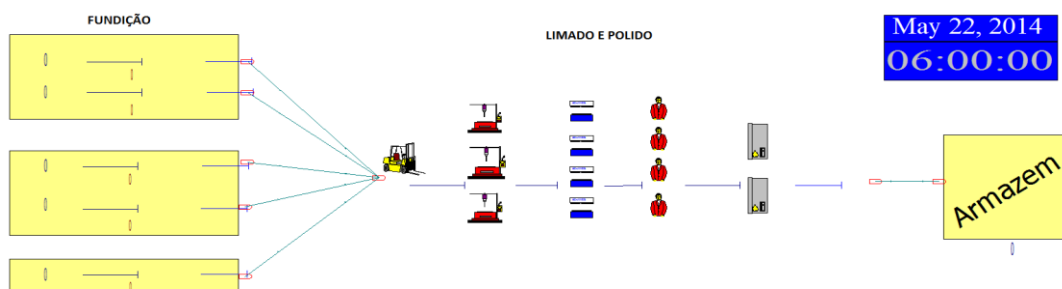


Figura 34 - Animação 2D em Arena do cenário 1

### ○ Cenário 2

O segundo cenário necessita investimento, onde se testou a proposta do comboio logístico, com um ciclo da rota padronizada de  $15 \pm 0.5$  minutos, como se visualiza na Figura 35.

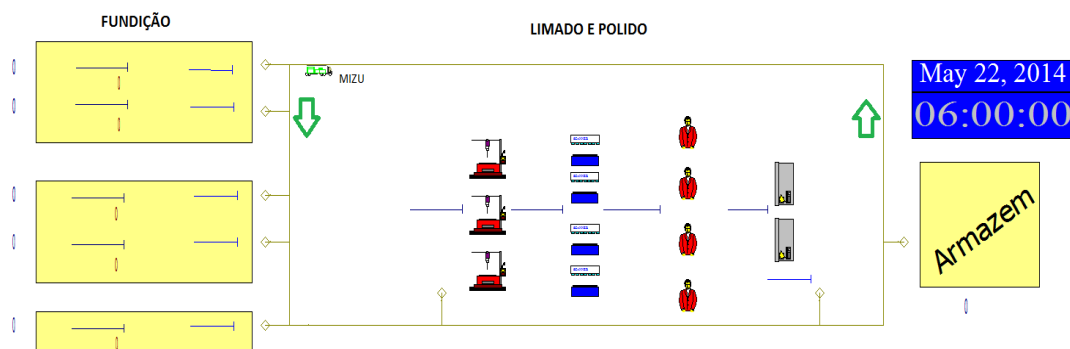


Figura 35 - Animação 2D em Arena do cenário 2

○ Comparação: Cenário 1 vs. Cenário 2

Nesta comparação, procura-se compreender as diferenças relativas à quantidade de peças entregue em armazém e as distancias percorridas.

Verificou-se um aumento de peças entregues ao Armazém, face ao modelo atual, devido ao fluxo contínuo de material, como se verifica na tabela 14.

Tabela 14 - Peças entregues em armazém

Empilhador			Mizusumashi		
Media	1252±4,62	Peças/dia	Media	1349±3,97	Peças/dia

Comparando este valor com as 1200 peças/dia do modelo atual, percebe-se o impacto positivo de um fluxo contínuo, verificando um aumento de peças entregues, que ronda os 12%.

Verificou-se uma redução nas distâncias percorridas entre os dois cenários, de acordo com a tabela 15.

Tabela 15 - Distâncias percorridas em metros

Empilhador	Mizusumashi
33405±380	15200±230

Concluindo pela análise dos resultados da simulação, o *Mizusumashi* é a melhor solução, com um impacto significativo nas distâncias percorridas e consequentemente no consumo de energia e na quantidade de peças entregues em armazém.

#### 4.3.2.4 DETALHE DE INVESTIMENTO NUM *MIZUSUMASHI*

Após a simulação quantificou-se o investimento necessário para o comboio logístico. Na Tabela 16 pode-se observar onde serão alocadas as verbas:

*Tabela 16 - Detalhe do investimento*

<b>Ativos tangíveis</b>	
Reboque EZS 130 (x1)	11 611,00 €
Vagão (x3)	1 500,00 €
<b>Total ativo tangíveis</b>	<b>13 111,00 €</b>
<b>Ativos Intangíveis</b>	
Reprogramação do sistema informático	1 200,00 €
Formação	300,00 €
<b>Total ativos intangíveis</b>	<b>1 500,00 €</b>
<b>Total Investimento</b>	<b>14 611,00 €</b>

Com o custo total de 14 611,00 €, o comboio seria constituído por um reboque e três vagões. Devido ao funcionamento do *software* atual, a implementação necessita uma atualização do sistema informático para que o sistema se adapte à nova realidade. Seria igualmente necessária a formação de recursos humanos para guiar o comboio nas instalações.

Assumindo o consumo atual do empilhador, incorre num custo diário de 10€ mais IVA, que para um conjunto de X dias, pode ser descrito da seguinte maneira:

$$10 x$$

Assumindo metade do custo por Km no reboque EZS 130 devido a este percorrer metade da distância, sendo o custo por X dias dado da seguinte forma:

$$5 x$$

O mínimo de dias necessários para que o equipamento descrito fique pago vem:

$$10 x = 14611 + 5 x$$

Resolvendo a equação, percebe-se que o *payback* seria ao fim de 2772 dias úteis, ou seja, 12 anos e 2 dias, caso se queira implementar um fluxo contínuo de material..

#### 4.4 FAP – FERRAMENTA DE APOIO AO PLANEAMENTO

Com o objetivo principal de reduzir o WIP, um mapa de controlo da produção é um ponto estratégico neste projeto, requerendo a conceção duma ferramenta informática.

A ferramenta teria que ser capaz de monitorizar e comunicar qual o melhor plano produtivo para o mês em causa, afetando a produção de um dado modelo a uma linha e prevendo o tempo necessário para a elaboração do pedido. A ferramenta deve comunicar os seguintes KPIs:

- Estimação de quantidade de sucata produzida
- Quantidade a produzir por setor
- WIP por setor
- *Takt Time*
- *Lead Time*
- Rendimento da peça por modelo

Usando os dados já recolhidos durante o estudo, desenvolveu-se um mapa no *software* Microsoft Excel, com a arquitetura que se pode analisar na Figura 36.

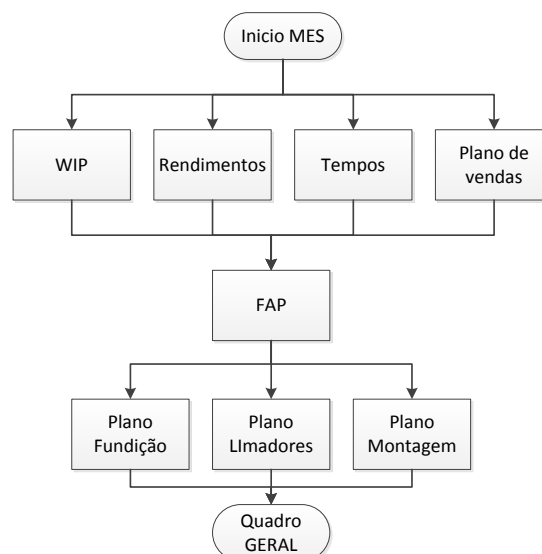


Figura 36 - Fluxograma da FAP

No início de cada mês é requerido uma atualização da base de dados, ou seja, do WIP existente da fábrica recorrendo ao *software* SIP, o MRP organizacional, a atualização

da performance atual de produção de cada referência com os respectivos tempos de fabricação e o plano recebido para as vendas desse mês. Recorrendo a cálculos matemáticos, o mapa é capaz de processar os *inputs* descritos. A ferramenta consegue alocar diversos recursos à produção nos diversos setores. Denominou-se a ferramenta por FAP – Ferramenta de Apoio ao Planejamento.

Com os dados atualizados, o FAP gera automaticamente o resultado que pode ser visto de seguida:

- Setor Montagem

Na Figura 37 encontra-se a distribuição da produção no mês de Agosto na linha 5 do setor da Montagem.

LINHA 5					
			arranque	terminio	
1	6900111	0,387464	29/08/2014	31/08/2014	
2	6900757	1,480272	27/08/2014	29/08/2014	
3	6900759	0	27/08/2014	27/08/2014	
4	6900800	1,158848	25/08/2014	27/08/2014	
5	6900802	10,63492	08/08/2014	25/08/2014	
6	6900892	0	08/08/2014	08/08/2014	

Figura 37 - Output da FAP para a Linha 5 da Montagem

A referência 6900802 de acordo com as necessidades, precisa de 11 dias de trabalho, como tal, o algoritmo sabendo a data em que o material tem que ser entregue, o último dia do mês, estipula que a obra deve ser feita entre os dias 8 a 25 de Agosto.

- Setor Limado e Polido

Na Figura 38 podem-se observar as peças que tem que ser processadas neste setor.

Roca		Quadro Geral Limadores									
Corpo	Qtd - FAP	Work Time	LE04	LE01	LE02	LE03	LE05	LE07	LE06	Intrn	
6900759	0	0,0	0	0	0	0	0	0	0	0	
6900760	0	0,0	0	0	0	0	0	0	0	0	
6900761	447	2,8	0	0	0	0	0	0	2,81	0	
6900797	779	11,5	0	0	0,57	0	11,5	0	0,85	0	
6900800	0	0,0	0	0	0	0	0	0	0	0	
6900801	8815	69,3	0	0	10,9	0	0	69,3	0	0	
6900802	9552	38,8	0	2,42	7,15	0	25,4	38,8	22,5	0	

Figura 38 - Quadro Geral dos Limadores

Focando o modelo 6900802, para cumprir com o requisitado pelos clientes, é necessário processar neste setor 9552 torneiras, sendo que a quantidade de tempo necessária por cada prestador para processar irá variar dependendo da capacidade de peças/dia de cada um.

- Fundição

Na Figura 39 consta o plano de produção para o forno 5.

FORNO 5					
			arranque	terminio	
1	6900073	0	24/08/2014	24/08/2014	
2	6900074	0	24/08/2014	24/08/2014	
3	6900800	0	24/08/2014	24/08/2014	
4	6900802	4,822846	18/08/2014	24/08/2014	

Figura 39 - Output da FAP para a Linha 5 da Fundição

No caso da 6900802, o forno da Linha 5 terá que produzir esta referência em 5 dias, entre os dias 18 a 24 de Agosto.

Para resumir toda esta informação, elaborou-se um quadro geral onde se pode ter acesso a toda a informação de todas as referências disponíveis na produção, na Figura 40.

Roca Ferramenta Apoio Planeamento														
Mês 8 Agosto														
Fundição mês 8														
Fundição mês 9														
Quadro Informativo														
Monitorização														
Takt Time														
12,49														
segundos por peça														

Figura 40 - Quadro Geral FAP

Para uma consulta mais aprofundada, consultar anexos. Na figura acima consegue-se perceber o funcionamento do FAP. Na primeira coluna, encontra-se a lista de referências com as respetivas quantidades pretendidas pelo cliente e a quantidade que se deverá produzir, assumindo as perdas que existem no processo, podendo perceber-se visualmente nesta análise quais as peças mais problemáticas. Sabendo a quantidade necessária, “puxa-se” essa quantidade do setor da Montagem até à Fundição. Como exemplo, vamos abordar a referência 6900802, da qual o cliente pede 10050 peças. Logo, a montagem precisa de montar as 10050 peças. Para o setor da Montagem ter essas peças, o setor da Cromagem precisa de processar 9690 peças. Para tal acontecer é necessário Limar e Polir 9552 peças. E por fim, é necessário Fundir e Mecanizar 3052 peças. Para além disso, existem prazos a cumprir

para que não se verifiquem faltas de material, o que exige um equilíbrio nas prioridades, havendo a necessidade de acertos manuais.

A coluna Fundição mês 9 segue o mesmo raciocínio descrito acima, mas para o mês seguinte. Esta informação é importante para o planeamento da Fundição e Mecanizado, especialmente para estabelecer prioridades na produção. Para uma consulta do FAP em pormenor, consultar anexos.

Contudo este sistema é vulnerável, dado que existem algumas fraquezas:

- Inserção manual de dados

O *input* da FAP tem de ser obtido manualmente devido à antiguidade do *software* MRP da organização, para uma folha de Microsoft Excel, ficando vulnerável ao erro humano, tarefa que consome algum tempo. Para um funcionamento orgânico, recomenda-se uma atualização semanal.

- Variabilidade da produção

A FAP, por se basear em cálculos sem variáveis aleatórias, não é capaz de lidar com os imprevistos que decorrem no dia-a-dia da produção, como flutuações de defeitos ou atrasos nos setores.





## CAPITULO 5 – CONCLUSÃO

### 5.1 REFLEXÃO SOBRE O TRABALHO REALIZADO

Este desafio mostrou-se enriquecedor pela dificuldade da implementação de uma filosofia *Lean*, um conceito relativamente simples numa situação real.

Foi necessário determinar um modelo de torneira no qual se centrasse a análise. Em seguida tirou-se uma “fotografia” à situação atual da cadeia de valor da empresa, sendo perceptível a área onde se encontram as oportunidades de melhoria.

Com essa análise foi indicado que o setor de Limado e Polido precisava de uma intervenção, assim como o sistema de transporte interno dada a fraca eficiência num cenário diferente do atual, ou seja, de fluxo contínuo entre dois setores.

Foram estudadas algumas medidas para combater essa situação, como a preparação e elaboração de indicadores para um futuro estudo na Fundição e uma plataforma de acompanhamento da produção no setor de Limado e Polido Externo.

Relativamente ao meio de transporte interno recorreu-se a um sistema de Simulação de Eventos Discretos (DES) para perceber qual o impacto de alteração do meio de transporte de Empilhador para um *Mizusumashi*.

Por fim, integrando todo conhecimento obtido durante o projeto, desenvolveu-se um mapa capaz de ajudar na organização do planeamento da produção mensal, capaz de alocar recursos à produção e ao mesmo tempo permitir uma gestão visual da produção, fornecendo diversas informações de maneira simples.

### 5.2 PROPOSTAS FUTURAS

A organização possui um longo caminho pela frente. A constante alteração do mercado leva a constantes alterações e essa consciência deve estar presente em todos os colaboradores, para perceberem melhor a mudança e não se oporem à mesma. Flexibilidade e agilidade são as maiores prioridades para a logística interna. Para isso, a implementação de um novo departamento seria fundamental, o departamento *Lean*, responsável tanto pelo acompanhamento da implementação do *Mizusumashi* proposto, como pela monitorização da produção e de métodos e tempos que complementaríamos os indicadores já usados e combinariam essa informação num

VSM exposto no chão de fábrica, cujo departamento teria que atualizar e salientar as áreas de intervenção necessárias. Em termos abstratos, esse departamento seria responsável para garantir uma estrada macia para todos os outros setores poderem caminhar. Quero com isso dizer, que com a nova realidade, a Roca Torneiras precisa de continuar e de aprofundar a utilização das ferramentas *Lean* para melhorar o funcionamento da fábrica para que seja possível produzir com mais variedade, com mais qualidade e menos retrabalho e WIP. Uma análise da variabilidade na fundição é fortemente recomendada. Esta teria que envolver os departamentos de Produção, Logística e Planeamento e *Lean*. O departamento *Lean* acompanharia todas as alterações na fábrica que tivessem impacto na produção e seria uma voz ativa a traçar o caminho a tomar pela organização. Esse departamento teria ainda que reportar vários indicadores tanto à administração como a todos os colaboradores.

O trabalho realizado nos LE deve continuar, conseguindo o melhoramento efetivo dos prestadores de serviços e envolvendo-os ativamente de modo a denominá-los como parceiros, criando um ambiente sereno de trabalho em equipa a fim de se resolverem os problemas.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Akdere, M. (December de 2011). An analysis of decision-making process in organizations: Implications for quality management and systematic practice. *Total Quality Management*, pp. 1317-1330.
- Borade, A. B., & Bansod, S. V. (2008). The discipline of Supply Chain Management: A systematic Literature Review. *The Icfa Journal of Supply Chain Management Vol 5*.
- Braga, P., & Jozsef, B. (2012). A more efficient production using quality tools and human resources management. *Procedia Economics and Finance*, 681-689.
- Bryde, D. J., & Schulmeister, R. (2012). Applying Lean principles to a building refurbishment project: experiences of key stakeholders. *Construction Management and Economics*, 777-794.
- Hansen, Z. N., & Rasmussen, L. B. (2013). Outsourcing Relationship: Change in power and dependency. *European Management Journal Vol 31*, 655-667.
- Jirémez, E., Tejeda, A., Pérez, M., Blanco, J., & Martínez, E. (2012). Applicability of lean production with VSM to the Rioja wine sector. *International Journal of Production Research Vol.50 No7*, 1890-1904.
- Kim, T.-M. (1985). Just-in-time manufacturing system: a periodic pull system. *International Journal Production Research*, 553-562.
- Lasa, I. S., Laburu, C. O., & Vila, R. d. (2008). An evaluation of the value stream mapping tool. *Business Process Management Journal Vol. 14*, 39-52.
- Li, S.-S., & Lee, L.-C. (2011). *Using fishbone analysis to improve the quality of proposals for science and technology programs*. Taiwan: Beech Tree Publishing.
- Liston, P., Byrne, J., Byrne, P., & Heavey, C. (2007). Contract costing in outsourcing enterprises: Exploring the benefits of discrete-event simulation. *International Journal Production Economics*, 97-114.
- Lumus, R. R., Krumwiede, D. W., & Vokurka, R. J. (2001). The relation of logistics to supply chain management: developing a common industry definition. *Industrial Management & Data System Vol. 101*, 426-432.
- Mcdonald, T., Aken, E. M., & Rentes, A. F. (2002). Utilising simulation to enhance Value Stream Mapping: A manufacturing case application. *International Journal of Logistics: Research and Applications Vol 5*, 214-232.
- Mentzer, J. T., & Bowers, M. R. (2009). Improving the rigor of discrete-event simulation in logistics and supply chain research. *International Journal of Physical*, 172-209.
- Mentzer, J. T., Stank, T. P., & Esper, T. L. (2008). Supply Chain Management and its relationship to logistics marketing, production, and operations management. *Journal of Business Logistics Vol.29*, 31-46.
- Radhakrishnan, P., Subramanyan, S., & Raju, V. (2008). *CAD/CAM/CIM*. New Delhi: New Age International Limited.

- Rother, M., & Shook, J. (1999). *Learnig to see: Value Stream Mapping to create value and eliminate muda*. Brookline: The Lean Enterprise Institute.
- Sarkar, A., Mukhopadhyay, A. R., & Ghost, S. K. (2013). *Issus in Pareto analysis and their resolution*. London: Routledge.
- Womack, J. P., & Jones, D. T. (1996). *Beyond Toyota: How to root out waste and pursue perfection*. Boston: Harvard Business School Publishing.

**ANEXOS**



## A – VSM NO QUADRO

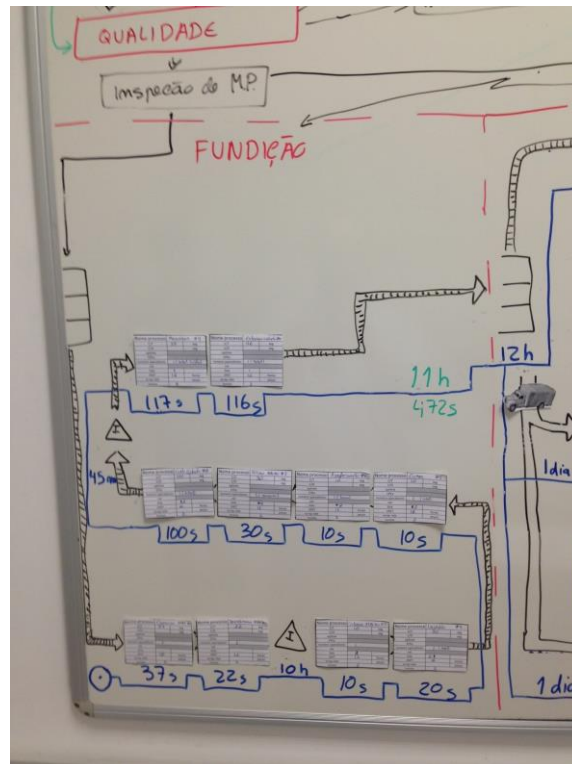


Figura 41 – VSM quadro: Fundição

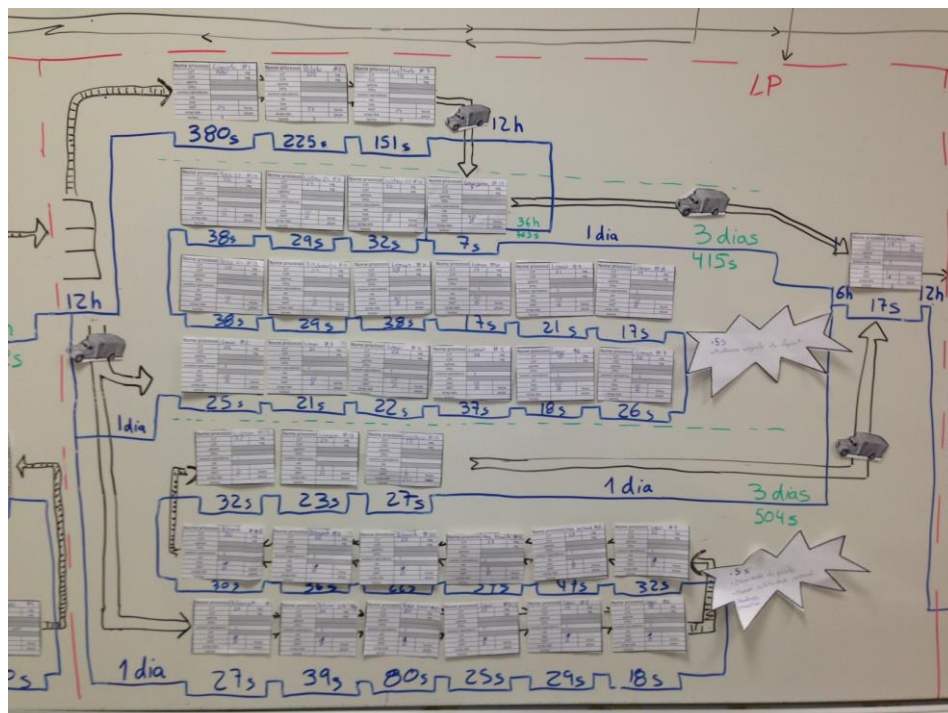


Figura 42 – VSM quadro: Limado e Polido

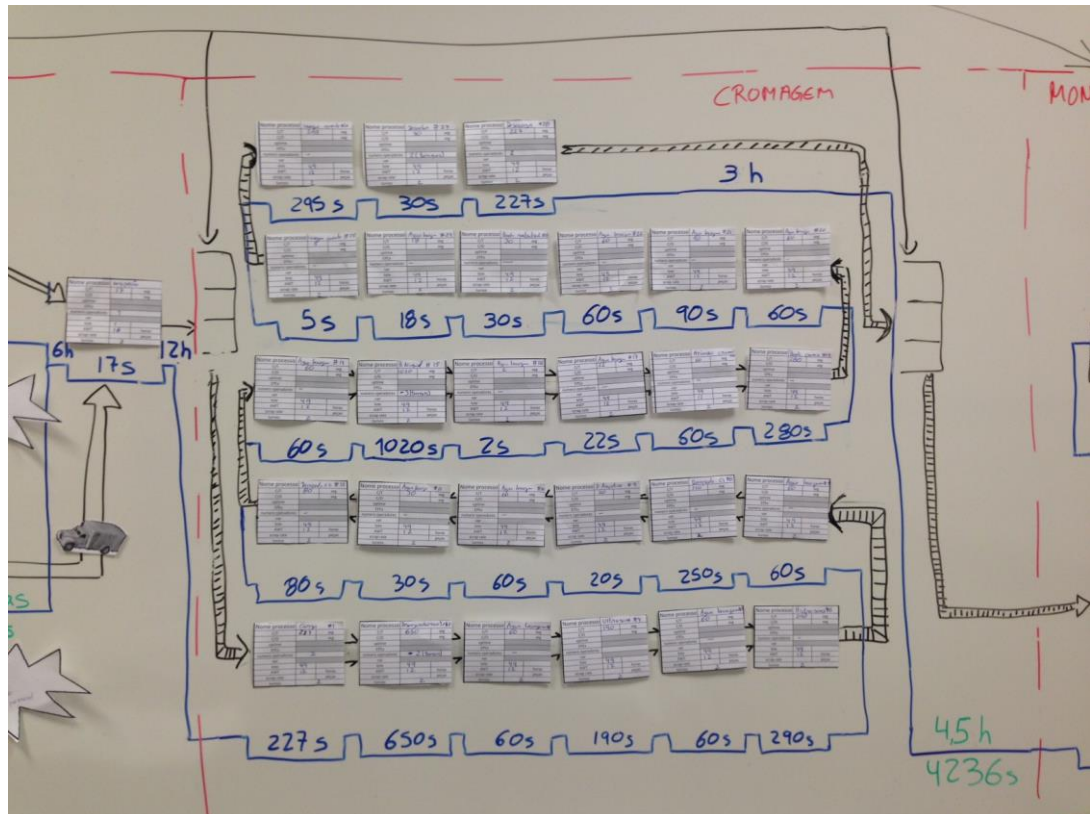


Figura 43 - VSM quadro: Cromagem

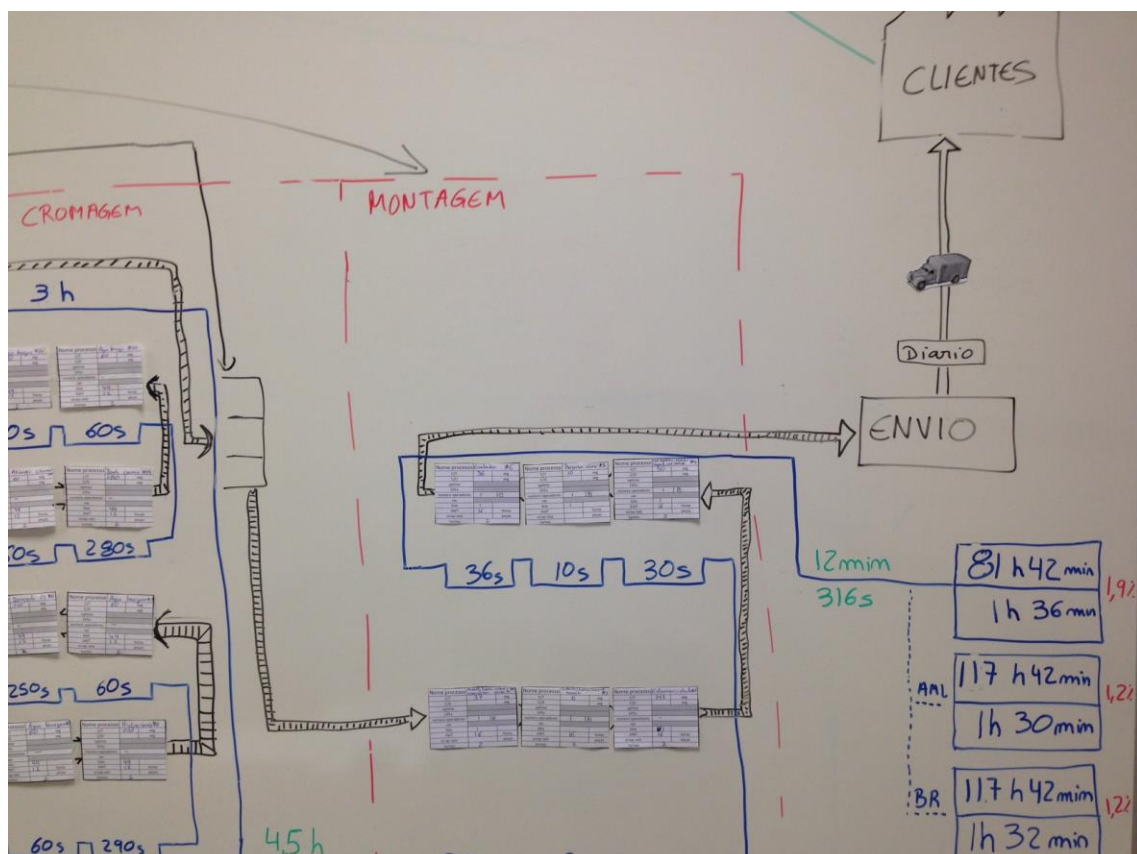


Figura 44 - VSM quadro: Montagem





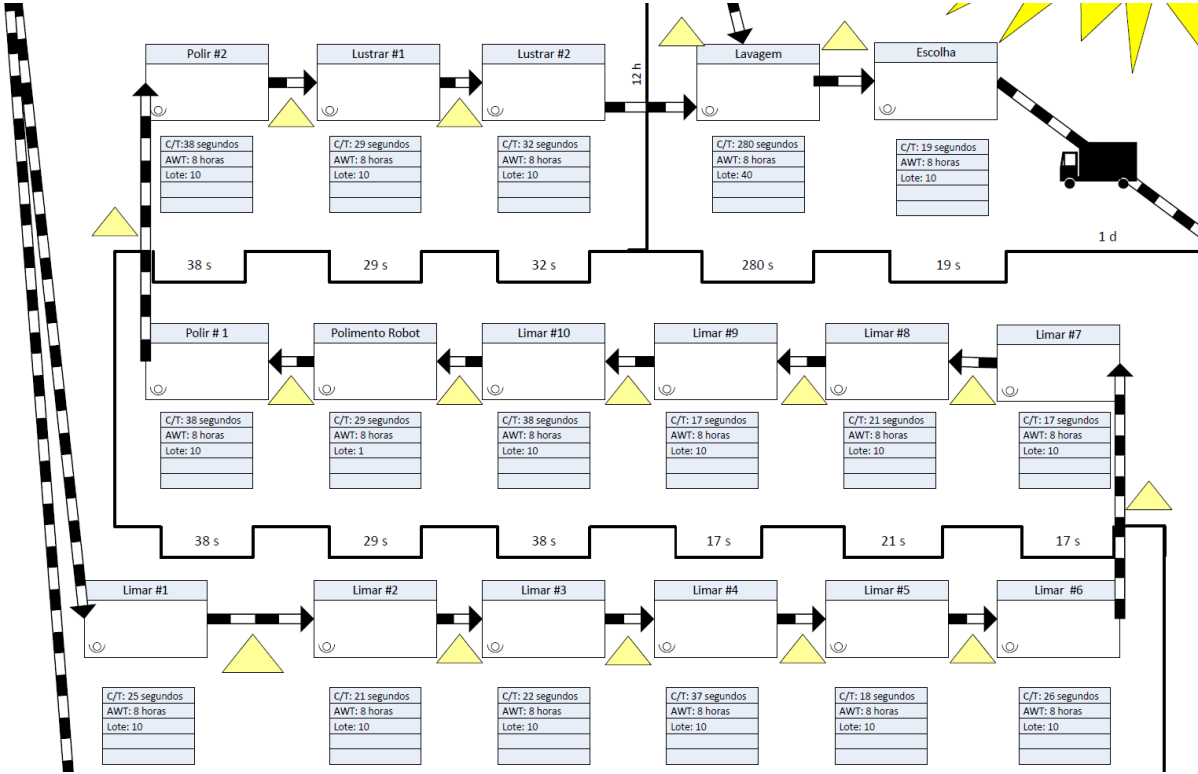


Figura 47 - VSM LE02

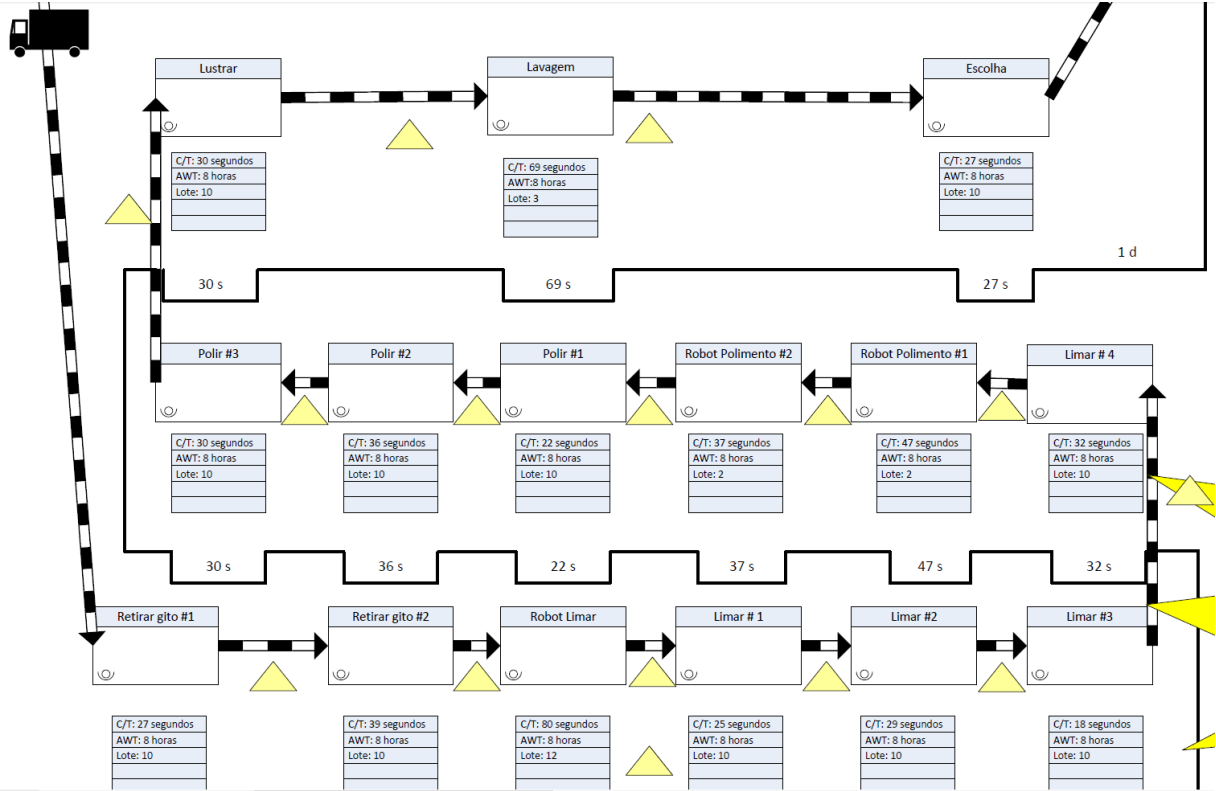


Figura 48 - VSM LE03

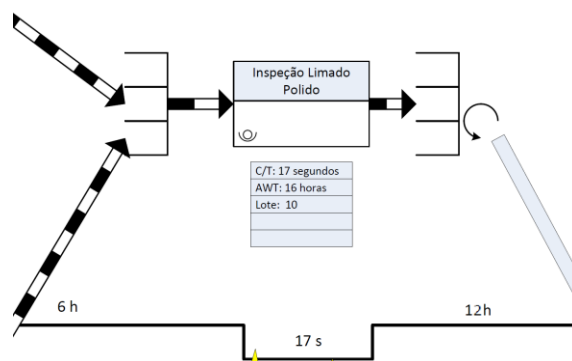


Figura 49 - Inspeção LP

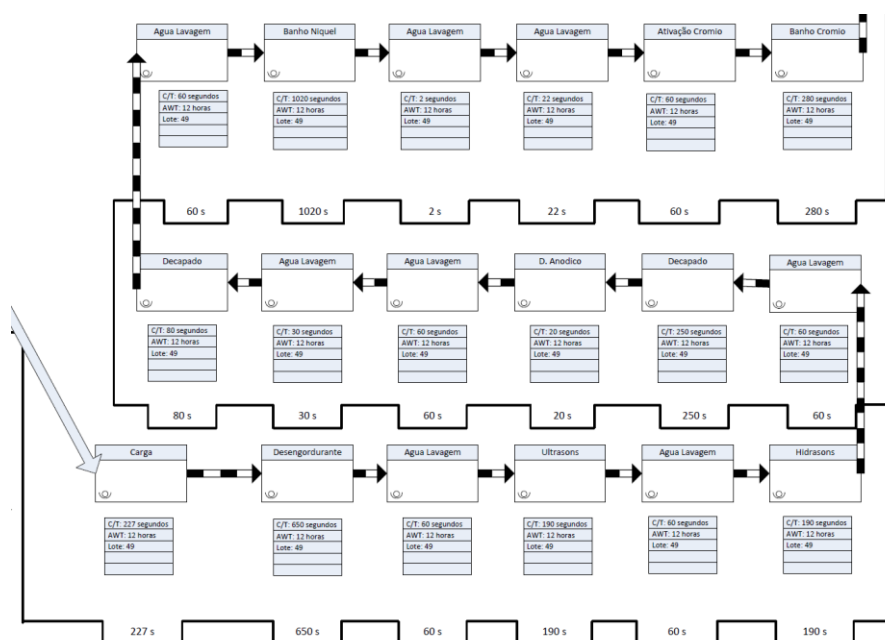


Figura 50 - VSM Cromagem Parte 1

### Setor Cromagem

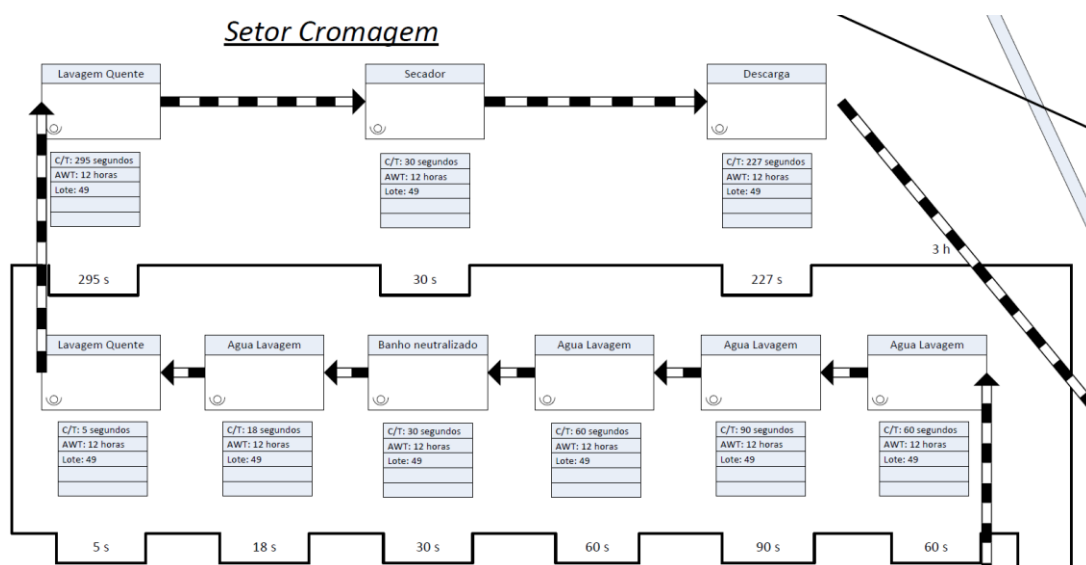


Figura 51 - VSM Cromagem Parte 2

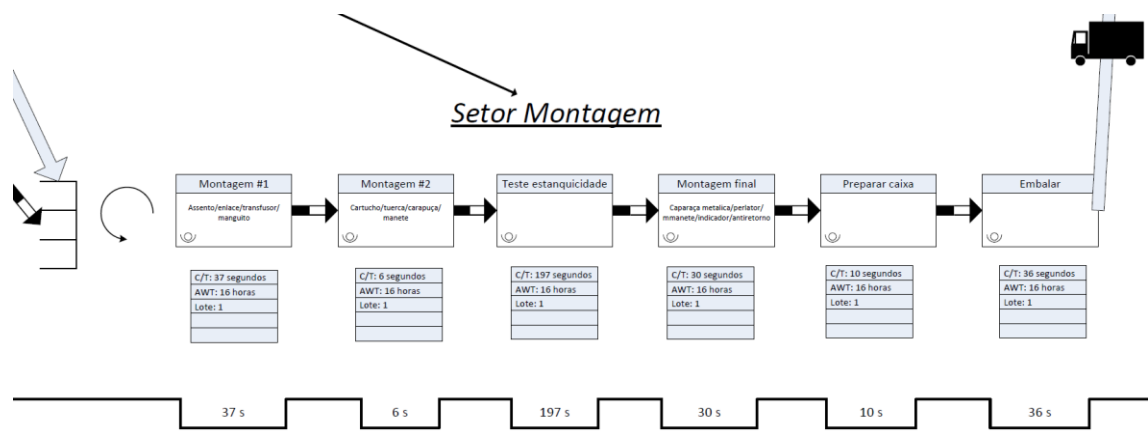


Figura 52 - VSM Montagem

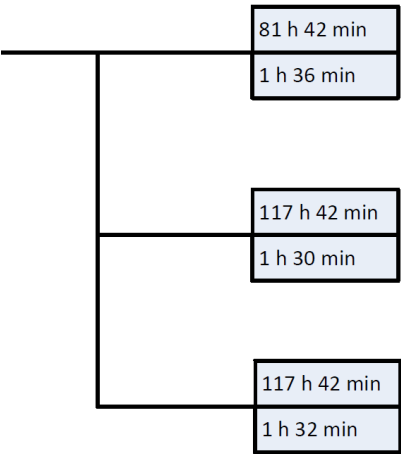


Figura 53 - Lead Time via LP I/LE02/LE03

## C – INFORMAÇÃO TÉCNICA DO REBOQUE EZS 130

## Technical Data in line with VDI 2198 as at: 06/2010

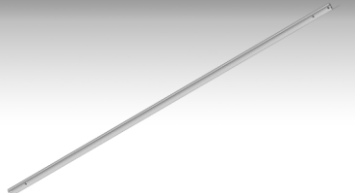
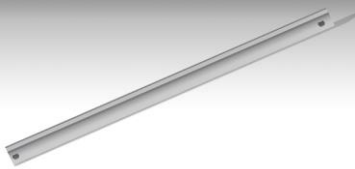

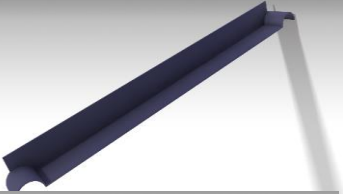
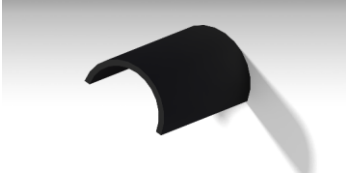

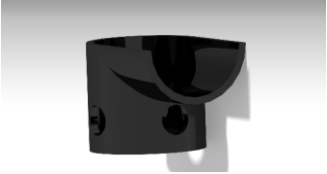
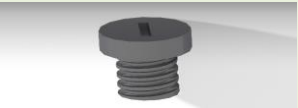
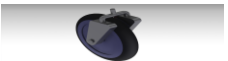
Identification	1.1	Manufacturer (abbreviation)	Jungheinrich	1.1
	1.2	Manufacturer's type designation	<b>EZS 130</b>	1.2
	1.3	Drive	electric	1.3
	1.4	Operator type	stand-on	1.4
	1.7	Rated drawbar pull F (N)	600	1.7
Weights	1.9	Wheelbase y (mm)	930	1.9
	2.1	Service weight incl. battery (see line 6.5) kg	560	2.1
	2.3	Axle loading, unladen front/rear kg	330/230	2.3
Wheels, Chassis	3.1	Tyres	Vulkollan®, superelastic	3.1
	3.2	Tyre size, front mm	Ø230x78	3.2
	3.3	Tyre size, rear mm	Ø250x80	3.3
	3.5	Wheels, number front rear (x = driven wheels)	1x/2	3.5
	3.7	Tread, rear b <sub>11</sub> (mm)	485	3.7
Basic Dimensions	4.8	Seat height/stand height h <sub>7</sub> (mm)	115	4.8
	4.9	Height of tiller in drive position h <sub>14</sub> (mm)	1400 <sup>1)</sup>	4.9
	4.12	Coupling height h <sub>10</sub> (mm)	158	4.12
	4.19	Overall length l <sub>1</sub> (mm)	1275 <sup>2)</sup>	4.19
	4.21	Overall width b <sub>1</sub> /b <sub>2</sub> (mm)	600/–	4.21
	4.32	Ground clearance, centre of wheelbase m <sub>2</sub> (mm)	50	4.32
	4.35	Turning radius Wa (mm)	1080	4.35
Performance Data	5.1	Travel speed, laden/unladen km/h	9.0/10.5 <sup>3)</sup>	5.1
	5.5	Drawbar pull, laden/unladen N	600 <sup>3)</sup> 4)	5.5
	5.6	Max. drawbar pull, laden/unladen N	2000 <sup>3)</sup>	5.6
	5.7	Gradeability, laden/unladen %	– <sup>3)</sup>	5.7
	5.8	Max. gradeability, laden/unladen %	– <sup>3)</sup>	5.8
E-Motor	5.10	Service brake	electro magnetic	5.10
	6.1	Drive motor rating S <sub>2</sub> 60 min kW	2.8	6.1
	6.4	Battery voltage, nominal capacity K <sub>s</sub> V/Ah	24/250	6.4
Others	6.5	Battery weight kg	220	6.5
	8.1	Type of drive control	3-phase AC technology	8.1
	8.4	Sound level at the driver's ear according to EN 12 053 dB (A)	65	8.4

1) JetPilot height  
2) Total length without coupling, as several types of coupling are available  
3) see diagram  
4) Rated drawbar pull

Figura 54 - Informação técnica do reboque EZS 130

## D – DESENVOLVIMENTO DE DETALHE DO VAGÃO

Tabela 17 - Desenvolvimento de detalhe do vagão

Designação	Imagem	Material	Quantidade
Estrutura lateral (1900XØ20x3) mm		Alumínio	x6
Estrutura frontal (630XØ20x3) mm		Alumínio	x4
Estrutura base frontal (630XØ20x3) mm		Alumínio	x2
Estrutura altura (800XØ20x3)		Alumínio	x4
Suporte prateleira		PVC	x24
Borracha		Borracha	x24
Encaixe 3 eixos		Aço	x4
Encaixe 2 eixos		Aço	x4
Parafuso M6		Aço	x32
Roda		Aço/PVC/Borracha	x4

## E – FAP (detalhe)

Roca			Ferramenta Apoio Planeamento										Mês 8										Agosto				
			Montagem						Cromagem		LP		Fundição mês 8								Fundição mês 9			Quadro Informativo			
Corpo	Qtd. Recom.	Qtd. Pretendida	Data Arranque	Data Terminio	Peças Expedidas	Previsão (Dias)	L. Possíveis	Linhas	Peças Expedidas	Previsão (Dias)	Peças Expedidas	Previsão (Dias)	Data Arranque	Data Terminio	Producao minima	Mudança Linha	Peças expedidas	Previsão (Dias)	Forno	Peças expedidas	Previsão (Dias)	Forno	Lead Time	Rendimento			
6900 761	821	719	29/08/2014	31/08/2014	719	0,54	1	3	455	0,23	447	2,81	21/08/2014	21/08/2014	SIM	1	750	1,86	3	752	1,858929	3	5,4	86%			
6900 797	945	828	28/08/2014	31/08/2014	828	1,23	2	6	791	0,30	779	11,48	19/08/2014	19/08/2014	SIM	1	750	2,34	3	752	2,342077	3	15,3	86%			
6900 800	554	528	25/08/2014	27/08/2014	528	1,16	2	5	0	0,00	0	0,00				1	0	0,00	Nenhum	0	0	Nenhum	1,2	95%			
6900 801	13934	12 203	15/08/2014	29/08/2014	12203	9,15	1	3	8941	2,05	8815	69,26	14/08/2014	19/08/2014		1	1441	2,65	3	8236	10,4299	3	83,1	86%			
6900 802	11475	10 050	08/08/2014	25/08/2014	10050	10,63	1	5	9690	1,89	9552	38,83	18/08/2014	24/08/2014		1	3052	4,82	5	8434	11,56168	5	56,2	86%			

Figura 55 - Detalhe do FAP